

**Stricto
ensu**
Editora

ESTUDOS EM AVALIAÇÃO E MATURAÇÃO NA PRÁTICA ESPORTIVA DE JOVENS



ISBN:978-65-86283-36-5

Organizadores:
Breno Guilherme de A. T. Cabral
Paulo Francisco de Almeida-Neto
Matheus Dantas

2020

Breno Guilherme de A. T. Cabral
Paulo Francisco de Almeida-Neto
Matheus Dantas
(Organizadores)

Estudos em Avaliação e Maturação na Prática Esportiva de Jovens

Rio Branco, Acre

Stricto Sensu Editora

CNPJ: 32.249.055/001-26

Prefixos Editorial: ISBN: 80261 – 86283 / DOI: 10.35170

Editora Geral: Profa. Dra. Naila Fernanda Sbsczk Pereira Meneguetti

Editor Científico: Prof. Dr. Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti

Bibliotecária: Tábata Nunes Tavares Bonin – CRB 11/935

Capa: Elaborada por Led Camargo dos Santos (ledcamargo.s@gmail.com)

Avaliação: Foi realizada avaliação por pares, por pareceristas *ad hoc*

Revisão: Realizada pelos autores e organizador

Conselho Editorial

Prof^a. Dr^a. Ageane Mota da Silva (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre)

Prof. Dr. Amilton José Freire de Queiroz (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto (Universidade Federal de Goiás – UFG)

Prof. Dr. Edson da Silva (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri)

Prof^a. Dr^a. Denise Jovê Cesar (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina)

Prof. Dr. Francisco Carlos da Silva (Centro Universitário São Lucas)

Prof. Dr. Humberto Hissashi Takeda (Universidade Federal de Rondônia)

Prof. Msc. Herley da Luz Brasil (Juiz Federal – Acre)

Prof. Dr. Jader de Oliveira (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Araraquara)

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos (Universidade Federal do Piauí – UFPI)

Prof. Dr. Leandro José Ramos (Universidade Federal do Acre – UFAC)

Prof. Dr. Luís Eduardo Maggi (Universidade Federal do Acre – UFAC)

Prof. Msc. Marco Aurélio de Jesus (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia)

Prof^a. Dr^a. Mariluce Paes de Souza (Universidade Federal de Rondônia)

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bernarde (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Romeu Paulo Martins Silva (Universidade Federal de Goiás)

Prof. Dr. Renato Abreu Lima (Universidade Federal do Amazonas)

Prof. Msc. Renato André Zan (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia)

Prof. Dr. Rodrigo de Jesus Silva (Universidade Federal Rural da Amazônia)

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82

Estudos em Avaliação e Maturação na Prática Esportiva de Jovens / Breno Guilherme de A. T. Cabral, Paulo Francisco de Almeida-Neto, Matheus Dantas (org.). – Rio Branco : Stricto Sensu, 2020.

167 p. : il.

ISBN: 978-65-86283-36-5

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365

1. Desempenho. 2. Jovens. 3. Esportes. I. Cabral, Breno Guilherme de A. T. II. Almeida Neto, Paulo Francisco de. III. Dantas, Matheus. IV. Título.

CDD 22. ed. 796.08

Bibliotecária Responsável: Tábata Nunes Tavares Bonin / CRB 11-935

O conteúdo dos capítulos do presente livro, correções e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

É permitido o download deste livro e o compartilhamento do mesmo, desde que sejam atribuídos créditos aos autores e a editora, não sendo permitido à alteração em nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.sseditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O fenômeno da prática esportiva tem se tornado uma constante no cotidiano de toda a sociedade, independente da classe social, local de moradia ou idade. Nesse sentido é possível observar diferentes vertentes relacionadas a essa prática, podendo ser com intuito de melhoria da saúde e qualidade de vida, recreação, lazer ou mesmo em busca de rendimento esportivo no caso dos atletas e equipes competitivas. A verdade é que esse tem se tornado um verdadeiro fenômeno presente no dia a dia das pessoas em todo o mundo. Falando especificamente dos jovens, a prática esportiva está muito associada a competição, sendo muitas vezes esse um forte impulsionador da prática, seja por influência cultural e midiática dos grandes espetáculos esportivos ou mesmo por motivações pessoais de seguir uma carreira esportiva. Com isso tem se verificado um crescimento exponencial de oferta de clubes com inúmeras modalidades esportivas e diferentes propostas que vão de escolinhas de iniciação a equipes de competição, escolas com ofertas semelhantes aos clubes nos diferentes níveis, projetos sociais e competições esportivas para as mais diferentes idades, níveis e modalidades. Nessa busca por resultados esportivos, temos verificado que muitos dos processos de avaliação visando promoção de talentos no esporte tem sido realizado de forma equivocada quando analisam variáveis de forma independente, ignorando todo o processo formativo dos jovens no esporte com variáveis que podem interferir de forma crucial nos resultados de outras variáveis, o que pode influenciar para uma leitura errônea ou limitada de resultados por parte dos profissionais da área. A exemplo disso, podemos destacar os diferentes processos maturacionais em crianças da mesma faixa etária, que tem sido constantemente esquecido nos processos de avaliação de jovens praticantes de esporte, sendo a mesma uma variável que pode interferir de diferentes formas e estágios de vida em variáveis como as antropométricas de forma geral, de capacidades físicas ou mesmo cognitivas. Dessa forma, o livro “ESTUDOS EM AVALIAÇÃO E MATURAÇÃO NA PRÁTICA ESPORTIVA DE JOVENS” visa apresentar diferentes estudos relacionados ao processo avaliativo de jovens no esporte em uma perspectiva ampliada de leitura das diferentes variáveis e inter-relação das mesmas entre si ou com os resultados de desempenho no esporte.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) por todo apoio dado ao longo dos anos com foco na qualidade de formação com seu corpo docente qualificado e investimento constante em laboratórios. Agradecemos também ao programa de Pós-Graduação em educação física da UFRN e grupo de pesquisa AFISA por não poupar esforços na qualidade e produção do material aqui apresentado.

SUMÁRIO

CAPÍTULO. 1.....10

CORRELAÇÃO ENTRE O PROTOCOLO DE RAIOS X DE MÃO PUNHO E MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS PARA A ANÁLISE DA MATURAÇÃO ÓSSEA

[Vanessa Carla Monteiro Pinto](#)

[Paulo Francisco de Almeida-Neto](#)

[Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral](#)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.01

CAPÍTULO. 2.....20

PREDIÇÃO DA IDADE ÓSSEA ATRAVÉS DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS: UMA VALIDAÇÃO CRUZADA

[Vanessa Carla Monteiro Pinto](#)

[Paulo Francisco de Almeida-Neto](#)

[Matheus Dantas](#)

[Paulo Moreira Silva Dantas](#)

[Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral](#)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.02

CAPÍTULO. 3.....30

RELAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO E FORÇA EXPLOSIVA EM JOVENS PRATICANTES DE REMO

[Matheus Dantas](#)

[Luiz Felipe da Silva](#)

[Petrus Gantois Massa Dias dos Santos](#)

[Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral](#)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.03

CAPÍTULO. 4.....40

IMPLICAÇÕES DA MATURAÇÃO NO DESEMPENHO FÍSICO DE CRIANÇAS PRATICANTES DE VOLEIBOL

[Rômulo Vasconcelos Teixeira](#)

Levi de Holanda Francalino

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.04

CAPÍTULO. 5.....52

IDADE BIOLÓGICA E IDADE CRONOLÓGICA: DIFERENÇAS PARA O PROCESSO DE DETECÇÃO DE TALENTOS

Matheus Dantas

Rui Barboza Neto

Victor Sabino de Queiros

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

Paulo Moreira Silva Dantas

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.05

CAPÍTULO. 6.....62

COMPARAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO E CRESCIMENTO HUMANO ENTRE JOVENS COM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO BIOLÓGICA

Vanessa Carla Monteiro Pinto

Paulo Francisco de Almeida-Neto

Felipe José Aidar

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.06

CAPÍTULO. 7.....75

RELAÇÃO DA PUBERDADE, TESTOSTERONA E ESTRADIOL COM O DESEMPENHO NEUROMUSCULAR DE JOVENS ATLETAS DE AMBOS OS SEXOS

Paulo Francisco de Almeida-Neto

Vanessa Carla Monteiro Pinto

Dihogo Gama de Matos

Luiz Felipe da Silva

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.07

CAPÍTULO. 8.....91

EFEITO DA PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE DESEMPENHO DE JOVENS NADADORES

Victor Sabino de Queiros

Matheus Dantas

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.08

CAPÍTULO. 9.....102

ASSOCIAÇÃO DA CAPACIDADE DE SPRINTS REPETIDOS COM O MAGNÉSIO SÉRICO EM CRIANÇAS PRATICANTES DE VOLEIBOL DE AMBOS OS SEXOS

Kezianne R. Castro

Paulo Francisco de Almeida-Neto

Leandro Medeiros da Silva

Eduardo Estevan Santana

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.09

CAPÍTULO. 10.....108

ASSOCIAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS PARA A ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM JOVENS ATLETAS

Tatianny de Macêdo Cesário

Roberto Fernandes da Costa

Paulo Francisco de Almeida-Neto

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.10

CAPÍTULO. 11.....119

RELAÇÃO ENTRE PROCESSO MATORACIONAL E A SATISFAÇÃO DE IMAGEM CORPORAL

Renata Poliane Nacer de Carvalho Dantas

Thaisys Blanc dos Santos Simão

Paulo Moreira da Silva Dantas

Breno Guilherme Araújo Tinoco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.11

CAPÍTULO. 12.....130

RELAÇÃO ENTRE A MATURAÇÃO BIOLÓGICA E O TEMPO DE REAÇÃO EM JOVENS PRATICANTES DE ESPORTE

Francisco Emilio Simplicio de Souza

Paulo Francisco de Almeida-Neto

Paulo Moreira Silva Dantas

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.12

CAPÍTULO. 13.....141

RELAÇÃO ENTRE CONTROLE INIBITÓRIO E MATURAÇÃO PARA A SELEÇÃO DE TALENTOS ESPORTIVOS

Nathália Monastirski Ribeiro Campos

Paulo Moreira Silva Dantas

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.13

CAPÍTULO. 14.....151

CONTROLE INIBITÓRIO E PRÁTICA ESPORTIVA EM DIFERENTES ESTÁGIOS MATURACIONAIS

Thaisys Blanc dos Santos Simões

Renata Poliane Nacer de Carvalho Dantas

Paulo Moreira Silva Dantas

Breno Guilherme de Araújo Tinoco Cabral

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365.14

ORGANIZADOR.....164

ÍNDICE REMISSIVO165

CORRELAÇÃO ENTRE O PROTOCOLO DE RAIOS X DE MÃO PUNHO E MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS PARA A ANÁLISE DA MATURAÇÃO ÓSSEA

Vanessa Carla Monteiro Pinto, Paulo Francisco de Almeida-Neto e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

A análise da idade óssea por raio-X de mão e punho é considerada o padrão ouro para a análise dos estágios da puberdade, entretanto, o método é pouco acessível e tem um alto custo financeiro. Desta forma, o uso de métodos alternativos com alta confiabilidade são incentivados na literatura científica. O estudo teve por objetivo, correlacionar os resultados da idade óssea em meninos e meninas com diferentes protocolos. Para verificar a idade óssea foram realizadas aferições de idade cronológica, raio-x de mão e punho, maturação variáveis antropométricas de estatura, diâmetros de úmero e fêmur, perímetro corrigido de braço, dobra tricipital. As correlações obtiveram resultados positivos para meninos (M) e meninas (F), respectivamente, com resultados entre raio x e idade cronológica (M=0,84; $p<0,05$ /F=0,53; $p<0,05$), modelo matemático (M=0,85; $p<0,05$ /F=0,56; $p<0,05$) e estatura (M=0,80; $p<0,05$ /F=0,28; $p<0,05$), assim como entre o modelo matemático e estatura (M=0,95; $p<0,05$ / F=0,84; $p<0,05$) e idade cronológica (M=0,95; $p<0,05$ /F=0,76; $p<0,05$). Sendo assim, há correlação entre os protocolos de determinação e não ocorre diferença significativa entre eles. Evidenciando assim, o modelo matemático baseado em antropometria por ser um protocolo prático e de fácil aplicação meio esportivo.

Palavras-chave: Antropometria, Raio-X e Maturação óssea.

ABSTRACT

The analysis of the age by hand and wrist X-ray is considered the gold standard for the analysis of the stages of puberty, however, the method is inaccessible and has a high financial cost. Thus, the use of alternative methods with high reliability are encouraged in the scientific literature. The study aimed to correlate bone age results in boys and girls with different protocols. To verify bone age, chronological age, hand and wrist x-ray, anthropometric variable maturation of height, humerus and femur diameters, corrected arm perimeter, triceps skin fold were performed. The correlations obtained positive results for boys (M) and girls (F), respectively, with results between x-ray and chronological age (M=0.84; $p<0.05$ /F=0.53; $p<0.05$), mathematical model (M=0.85; $p<0.05$ /F=0.56; $p<0.05$) and height (M=0.80; $p<0.05$ /F=0.28; $p<0.05$), as well as between the mathematical model and height (M=0.95; $p<0.05$ / F=0.84; $p<0.05$) and chronological age (M=0.95; $p<0.05$ /F=0.76; $p<0.05$). Thus, there is a correlation between the determination protocols and there is no significant

difference between them. Thus, the mathematical model based on anthropometry is a practical protocol and easy application of sports.

Keyword: Antropometric, X-ray and Bone age

1. INTRODUÇÃO

A ciência esportiva averigua eventos ligados ao desenvolvimento humano, oriundos de três funções básicas dos seres vivos: crescimento, desenvolvimento e maturação (MALINA et al., 2004). Este último, sendo o mais complexo, requer uma similaridade multidisciplinar para obter e progredir um entendimento compreensível (MALINA; BOUCHARD, 2002). Desse modo, enxerga-se a maturação como um processo biológico contínuo e dinâmico, em que, inicia-se na concepção e finaliza na morte (MOHAMED et al., 2009). A maturação óssea é amplamente legitimada como o melhor indicador isolado do evento maturação, sendo considerada como um registro fidedigno da idade biológica (MALINA et al., 2004). Todas as crianças iniciam a vida com um esqueleto cartilaginoso e evoluem até um esqueleto totalmente ossificado na fase adulta (MALINA; BOUCHARD, 2002). Assim, a maturidade é alcançada com a fusão das epífises e suas diáfises correspondentes (BOGIN, 1999).

No que refere a maturação óssea, o protocolo, até então, mais aplicado para determinar a maturação é de Grave e Brown (1976), o qual acompanha a sequência de eventos da ossificação através do raio-x utilizando o atlas proposto por Pyle, Waterhouse e Greulich (1971) que auxilia na determinação óssea por meio de figuras radiográficas correspondente ao sexo e idade cronológica do sujeito que estamos estudando. Outro protocolo empregado é a de estimativa, técnica por Tanner-Whitehouse (1971), divididas em três estágios: TW1, onde cada osso da mão e do punho era analisado separadamente, registrando apenas um dos 8 estágios possíveis. TW2, atribuição de valores de maturidade diferentes para ossos carpais, rádio, ulna e ossos curtos, com a distinção por sexo, permitindo assim a estimativa da estatura na fase adulta. E por fim, TW3 é o mais atual e apresenta maior confiabilidade dos métodos para avaliar a maturidade óssea, em que possibilita estimar, separadamente, a idade óssea do rádio, ulna e ossos curtos por escala RUS (13 ossos) (OLIVEIRA JÚNIOR; LOPES; RAMOS, 2013).

No entanto, o advento da equação preditora de idade óssea é um marco na literatura, pois se trata de um método menos invasivo e oneroso, que possibilita ser aplicada no ambiente esportivo e escolar; em grandes populações para verificar a maturação dos jovens

iniciantes na prática esportiva, utilizado-se apenas variáveis antropométricas (CABRAL, 2013). Diferentemente da idade cronológica a maturação óssea é um protocolo que justifica o estágio maturacional em que o sujeito se encontra (MALINA et al., 2004). Haja vista que, jovens de diferentes estágios maturacionais são frequentemente encontrados em um mesmo grupo de treinamento ou categoria esportiva, o que pode favorecer aos mais adiantados no processo de desenvolvimento biológico, além de desmotivar outros mais tardios, ou seja, avaliar a idade cronológica de um indivíduo sem observar a idade biológica deixa a ideia de estar desperdiçando potenciais atletas (KEIZER; MUL, 2001).

Nesse contexto, a busca por um método de identificação da maturação óssea mais econômico, prático e sem a necessidade de especialistas tem sido uma constante nas ciências do esporte (CABRAL, 2013). Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo estabelecer uma correlação entre os protocolos direto e indireto de determinação da idade óssea.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Estudo observacional do tipo transversal, com amostra composta por escolares pré-púberes e púberes de ambos os sexos, com idades entre 8 a 14 anos, totalizando vinte e cinco indivíduos ($n = 25$), sendo 14 do sexo feminino e 11 do sexo masculino. A escolha ocorreu de forma não probabilística intencional.

Procedimentos

A participação das crianças e adolescentes foi condicionada a assinatura dos responsáveis ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), após serem informados sobre os objetivos do presente estudo.

Posteriormente, foram mensuradas as seguintes variáveis antropométricas: estatura corporal, massa corporal, perímetro corrigido de braço, dobra tricipital, diâmetro biepicondilar do úmero e do fêmur, seguindo a padronização da Internacional Society for Advancement in Kinanthropometry (ISAK) (MARFELL-JONES, 2006). A idade óssea foi obtida por meio de exame radiológico de mão e punho, mediante laudo médico. Assim, administrou-se uma única dosagem de Raio-x, de forma individualizada. A análise do laudo foi feita por um

mesmo avaliador com relevante experiência, através do método proposto por Grave e Brown descrito no trabalho de Pyle, Waterhouse e Greulich (1971) para comparação e determinação da idade óssea sendo considerado na literatura como padrão ouro.

O modelo matemático preditor da maturação óssea utilizado foi o proposto por Cabral (2011), em que a idade óssea é determinada a partir das variáveis antropométricas conforme a equação:

Quadro 1. Equação preditiva de idade óssea.

$$\text{Idade Óssea} = -11,620 + 7,004 * (\text{Estatura}) + 1,226 * (\text{Dsexo}) + 0,749 * (\text{Idade Cronológica}) - 0,068 * (\text{Dobra cutânea do Tríceps}) + 0,214 * (\text{Perímetro do braço corrigido}) - 0,588 * (\text{Diâmetro do úmero}) + 0,388 * (\text{Diâmetro do fêmur}).$$

Dsexo = 1, para o sexo feminino. Dsexo = 0, para o sexo masculino.

Todos os testes realizados atenderam rigorosamente aos protocolos escolhidos para observação das variáveis em questão, seguindo os procedimentos previamente autorizados pelo Comitê de ética responsável (parecer No071/071/2010), atendendo aos itens propostos pela resolução 466/12-CNS-Brasil, e respeitando as normas internacionais de experimentação com humanos.

Instrumentos

Os instrumentos utilizados foram balança eletrônica *Filizola 110*, com capacidade para 150 kg e divisões de 1/10 de kg, a estatura foi obtida através um estadiômetro *Sanny® ES2020*, para a aferição das dobras cutâneas foi utilizado compasso científico *Sanny®*, para diâmetros ósseos paquímetro da marca *Sanny®* com precisão de 0,1 cm e fita antropométrica metálica da marca *Sanny®* com precisão de 0,1mm para o perímetro corrigido de braço. As radiografias foram realizadas por um aparelho da marca *Rhos®*, com ampola *Toshiba®* de 60 Kvp e 9 mA, a uma distância foco-filme de 75 cm. O filme utilizado foi *Kodak® TMAX* de 18 x 24 cm, em chassi com écran de terras raras, revelados em uma processadora automática *DENTXR*, com componentes químicos para *Kodak®*.

2.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para o tratamento estatístico das informações utilizou-se o programa SPSS Versão 20.0. Na análise estatística, verificou-se o pressuposto de distribuição normal dos dados

através do teste de Kolmogorov-Smirnov e, posteriormente, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson. O nível de significância para $p < 0,05$. Obtiveram-se os respectivos intervalos de confiança (IC de 95%) e os valores foram ainda analisados pelos limites de concordância do gráfico de Bland e Altman, onde tomaram um valor alfa de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados abaixo não apresentaram diferenças significativas entre os protocolos de determinação da idade óssea entre meninas e meninos.

Tabela 1. Caracterização da amostra masculina e feminina.

	Meninos		Meninas	
	Média	Desvio	Média	Desvio
Estatura	1,45	0,11	1,62	0,04
Idade Cronologica	10,58	1,49	13,36	0,04
Raio X	10,09	1,92	14,14	1,28
Equação Preditora	10,02	2,10	14,88	1,24

Neste estudo, fica evidenciado a influência da variável estatura sobre a idade óssea por raio-x de forma simultânea à idade óssea. Segundo, Malina et al. (2004), à medida que há um avanço um maturacional no sujeito, surge uma tendência com as mudanças fisiológicas e metabólicas, o indivíduo atinja com maior velocidade a sua estatura final.

A variável estatura, quando analisada com o protocolo de idade cronológica em meninos, apresentou alta correlação. Nesse caso, o resultado observado no presente estudo revela consonância com os resultados observados por Frainer et al. (2006) e Cabral (2013), em que a estatura e a idade cronológica expõem maior correlação entre as variáveis com a idade óssea, tais estudos evidenciam ainda a estatura como variável de grande importância no esporte de forma geral.

Os valores do raio-x de mão e punho confrontados com os valores estimados pelo modelo preditor apresentaram alta correlação em meninos, devido às variáveis componentes do modelo. Na tabela 2 é demonstrada a correlação dos protocolos e suas variáveis em meninos. A idade óssea por raio-x de mão e punho quando confrontado com a variável de idade cronológica apresentou alta correção nos meninos.

Tabela 2. Correlação entre os protocolos de determinação da idade óssea em meninos.

	Raio X	Modelo Matemático	Idade Cronológica	Estatura
Raio-X	-----	0,848**	0,839**	0,803**
Modelo Matemático	0,848**	-----	0,948**	0,947**
Idade Cronológica	0,839**	0,948**	-----	0,947**

A magnitude dessas correlações foi avaliada qualitativamente de acordo com Hopkins et al. (2009) – (>0,70 – elevado, 0,30 a 0,70 – moderado e <0,30 – fraco).

Apesar de Malina e Bouchard (2002), que mencionarem que o crescimento e a maturação biológica nas crianças não ocorrem necessariamente em sincronia com a idade cronológica, em nosso estudo, verifica-se que a idade óssea por raio-x de mão e punho, quando confrontada com a variável de idade cronológica, apresentou alta correção nos meninos, fato que pode ser explicado ao se constatar que, apesar de poder haver distorções na sincronia das referidas variáveis, estatisticamente a diferença não deverá ser destacada quando se tratar de indivíduos sem distúrbios de desenvolvimento biológico.

Neste estudo, fica evidenciado a relação da variável estatura com a idade óssea por raio-x de forma simultânea à idade óssea. Segundo Malina et al. (2004), à medida que há um avanço no processo maturacional da criança, a tendência é que, com as mudanças fisiológicas e metabólicas, o indivíduo atinja com maior velocidade a sua estatura final.

Os valores do raio-x de mão e punho confrontados com os valores estimados pelo modelo preditor apresentaram alta correlação em meninos, devido às variáveis componentes do modelo. O mesmo foi encontrado, quando o protocolo de raio-x foi analisado com a estatura, e isso se deve ao fato de que o tecido ósseo mineralizado é um tecido dinâmico, com potencial para crescer e remodelar-se, permanecendo ativo durante toda a vida (UYSAI, 2004). O seu crescimento está relacionado aos centros de ossificação, a partir dos quais irá sofrer processos de maturação, até que o crescimento cesse com a fusão das epífises (KATCHBURIAN; ARANA, 1999)

Idade Cronológica relacionada com o modelo preditor apresentou alta correlação, onde, de acordo com a literatura, as mudanças ocorridas em cada indivíduo estão diretamente ligadas aos estágios maturacionais, sendo este um fator de influência de forma crescente sobre os aspectos antropométricos, discutidos e confirmados nos estudos científicos (LITTLE; MALINA, 2006). Tais resultados podem ainda serem reforçados com os estudos de Veiga (2009), que confirmam a alta correlação entre a idade óssea e a maturação analisando diferentes métodos, a partir da predição da idade relativa.

Na figura 1, na análise do gráfico Bland e Altman, as dispersões mostram que em sua maioria as variáveis coincidem e se aproximam da linha central, o que revela bons níveis de coincidência entre os resultados observados para IO em raio-x e na equação. Estudando amostras de crianças brasileiras, Tavano et al. (1982) também encontraram coeficientes de correlação elevados entre as idades óssea e cronológica, assim como Cole et al. (1988). No estudo em questão, por se tratar de uma estatística que observa níveis de coincidência ou relação entre duas variáveis, optou-se por analisar os grupos simultaneamente, tendo os mesmos apresentado bons resultados de correlação.

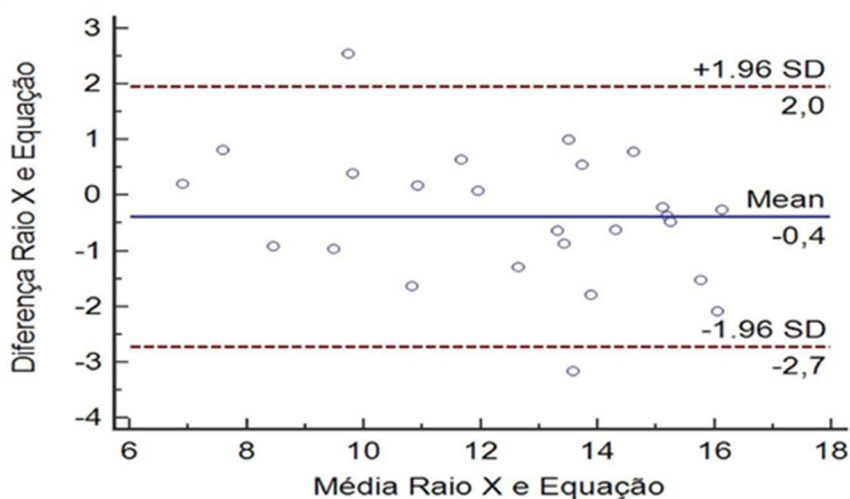


Figura 1. Bland e Altman de Raio X e Equação Preditora.

Tabela 3. Correlações dos protocolos de idade óssea em meninas.

	Raio-X	Modelo Matemático	Idade Cronológica	Estatura
Raio-X	1	0,533*	0,559*	0,283*
Modelo Matemático	0,533*	1	0,759*	0,386*
Idade Cronológica	0,599*	0,759*	1	0,836**

Níveis de significância >0,70: elevado; 0,30 a 0,70: moderado; <0,30: fraco.

A tabela 3 representa a correlação dos protocolos e variáveis em meninas. Nesta amostra, as variáveis observadas apresentaram fracas e moderadas correlações com os protocolos.

Nas meninas, a amostra apresentou níveis de correlação moderado, quando confrontados os protocolos de raio-x com a variável de estatura, onde a literatura tem

apontado que o pico de velocidade de crescimento em meninas acontece durante a puberdade, fato esse também observado em diferentes estudos que constatam que a maturação observada através da idade da menarca influencia diretamente nos fatores antropométricos das meninas (BERGAMANN, 2006; ROMAN et al., 2009) foi observada ainda a correlação entre o protocolo de raio-x e a variável da idade cronológica em meninas. Embora as participantes tenham faixa etária aproximada, apresentam início e ritmo de progressão maturacional muito variáveis, isto é, o evento da puberdade não necessariamente acontecem na mesma idade cronológica para diferentes ou mesmas populações. Isto porque este evento pode ser influenciado por diversos fatores, principalmente por ocorrência de uma maturação cada vez mais precoce no homem através do tempo (DAMIAN et al., 2006)

Analisando ainda a idade cronológica, relacionando-a com a variável da estatura, apresentou correlação moderada. Ocorrendo ou não um surto no pico de velocidade de crescimento, não sendo muito compatível com a idade cronológica. Frente à diferença entre os gêneros, ao observar a idade óssea, os resultados encontrados corroboram os estudos que concluíram que todos os eventos do crescimento e fases do esqueleto aconteceram mais cedo em indivíduos do gênero feminino do que em indivíduos do gênero masculino (HILGENBERG et al., 2008)

Com o presente estudo, fica evidenciada a positiva correlação entre os protocolos de raio-x de mão e punho e o modelo matemático preditor baseado em variáveis antropométricas, ambos para verificação de idade óssea, tendo resultados significativos em ambos os gêneros, com pequeno destaque para o gênero masculino, que apresentou melhores correlações nesse estudo, evidenciando que estas foram menos significativas nas meninas.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se, que existe correlação entre os protocolos de determinação de idade óssea utilizados nesse estudo, não havendo diferença significativa entre os mesmos. Evidenciando assim, a importância do modelo matemático preditor de idade óssea como uma objetiva ferramenta de avaliação para professores de Educação Física e esporte, que poderão

usufruir deste instrumento de fácil aplicabilidade, como método auxiliar no processo de orientação e seleção de talentos na iniciação esportiva.

5. REFERÊNCIAS

BERGMANN, G.G. **Crescimento somático aptidão física relacionada a saúde e estilo de vida de escolares de 10 a 14 anos: um estudo longitudinal** (Dissertação) Mestrado em Ciências do Movimento Humano. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

BEUNEN, G.; MALINA, R.M. **Growth and biological maturation: relevance to athletic performance**. In: BAR-OR, O. The Child and Adolescent Athlete: The Encyclopedia of Sports Medicine. New Jersey: Blackwell Science, 1996.

BOGIN, B. **Patterns of human growth**. 2^a ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

CABRAL, B.G.A.T. Equação preditora de idade óssea na iniciação esportiva através de variáveis antropométricas. **Rev Bras Med Esporte**, v. 19, n. 2, p. 99-103, 2013.

CAMERON, N. **Assessment of maturation**. In: CAMERON, N.; BOGIN, B. Human growth and development. San Diego: Academic Press, 2002.

COLE, A.J.L.; WEBB, L.; COLE, T.J. Bone age estimation: a comparison of methods. **Br J Radiol**, v. 61, n. 728, p. 683-686, 1988.

DAMIAN, M.F.; WOITCHUNAS, F.E.; CERICATO, G.O.; CECHINATO, F.; MORO, G.; MASSOCHIN, M.E. et al. Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpal e índice vertebral. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, v. 11, n. 5, p. 110-120, 2006.

FRAINER, D.E.S.; OLIVEIRA, F.R.; PAZIN, J. Influência da maturação sexual, idade cronológica e índices de crescimento no limiar de lactato e no desempenho da corrida de 20 minutos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 3, p. 139-144, 2006.

HILGENBERG, S.; PINTO, S.C.S.; PINHEIRO, J.C.; JIMENEZ, E.E.O.; COELHO, U. Comparação entre as idades óssea, dentária e cronológica por meio de método radiográfico simplificado. **Rev Odonto**, v. 16, n. 32, p. 31-38, 2008.

KATCHBURIAN, E.; ARANA, V. **Histologia e embriologia oral**. São Paulo: Médica Panamericana, 1999.

KEIZER, S.M.; MUL, D. Tendências no desenvolvimento puberal na Europa. **Hum Reprod Update**, v. 7, p. 287-291, 2001.

LITTLE, B.B.; MALINA, R.M. Gene-environment interaction in skeletal maturity and body dimensions of urban Oaxaca Mestizo schoolchildren. **Ann Hum Biol**, v. 34, n. 2, p. 216-225, 2006.

- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. 1ª ed. São Paulo: Roca, 2002.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. **Growth, maturation, and physical activity**. Champaign: Human Kinetics, 1991.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Growth, maturation, and physical activity**. 2ª ed. Champaign: Human Kinetics, 2004.
- MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWART, A.; CARTER, L. **International standards for anthropometric assessment-ISA**. South Africa: Potchefstroom, 2006.
- MOHAMED, H.; VAEYENS, R.; MATTHYS, S.; MULTAEL, M.; LEFEVRE, J.; LENOIR, M. et al. Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth hand-ball. **J Sports Sci**, v. 27, n. 3, p. 257-266, 2009.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A.; LOPES, G.; RAMOS, D. Avaliação da maturação em crianças e jovens. **Revista Hupe**, v. 12, n. 4, p. 38-46, 2013.
- PYLE, S.I.; WATERHOUSE, A.M.; GREULICH, W.W. Attributes of the radiographic standard of reference for the National Health Examination Survey. **Am J Phys Anthropol**, v. 35, n. 3, p. 331-337, 1971.
- ROMAN, E.P.; RIBEIRO, R.R.; GUERRA JUNIOR, G.; BARROS FILHO, A.A. Antropometry, sexual maturation and menarcheal age according to socioeconomic status of schoolgirls from Cascavel (PR). **Rev Assoc Med Bras**, v. 55, n. 3, p. 317-321, 2009.
- TAVANO, O.; FREITAS, J.A.S.; LOPES, E.S. Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse: comparação entre duas tabelas de avaliação de idade biológica através do desenvolvimento ósseo. **Clin Pediatr**, v. 5, n. 6, p. 7-21, 1982.
- UYSAL, T.; SARI, Z.; RAMOGLU, S.I.; BASCIFTCI, F.A. Relationships between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. **Angle Orthod**, v. 74, n. 5, p. 657-664, 2004.
- VEIGA, V.W.M. **Maturação e performance de jovem andebolista**. (Dissertação) Mestrado em Treino do Jovem Atleta. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa, 2009.

PREDIÇÃO DA IDADE ÓSSEA ATRAVÉS DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS: UMA VALIDAÇÃO CRUZADA

Vanessa Carla Monteiro Pinto, Paulo Francisco de Almeida-Neto, Matheus Dantas, Paulo Moreira Silva Dantas e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

Cresce notavelmente a participação de jovens atletas que vivenciam a puberdade em competições esportivas, deste modo as demandas físicas desses atletas crescem proporcionalmente. Neste sentido, destaca-se que na ciência dos esportes pesquisados estão constantemente em busca de instrumentos que melhorem a prescrição de exercícios e o desempenho de atletas por meio de estratégias de avaliação física e treinamento de orientação. O presente estudo se trata de uma validação cruzada de uma equação para prever a idade óssea em crianças e adolescentes de ambos sexos. A amostra foi de 25 indivíduos de ambos sexos, com idades entre 8-14 anos (14 do sexo feminino e 11 do sexo masculino). Desta forma, dois protocolos foram aplicados para medir a idade óssea: radiografia do punho e da mão, considerada o padrão ouro na literatura e a equação preditiva da idade óssea a partir de variáveis antropométricas como altura, massa corporal, circunferência do braço corrigida, dobras cutâneas tricipitais, diâmetro do úmero e fêmur diâmetro. No modelo preditivo a equação mostrou uma forte correlação com a avaliação realizada por raio-X de mão e punho. Além disso, há valores significativos entre os protocolos de idade óssea radiografias e equação preditiva em ambos os sexos, confirmando a eficácia da equação de predição, sendo um método viável para uso em grandes populações, não invasivo e econômico. Conclui-se que a equação que utiliza variáveis antropométricas para inferir a idade óssea, demonstra um forte potencial a ser utilizada como alternativa à medida padrão-ouro de radiografia de mão e punho para determinar a idade óssea de crianças e adolescentes de ambos os sexos.

Palavras-chave: Idade óssea, Medidas antropométricas e Jovens.

ABSTRACT

The participation of young athletes who experience puberty in sports competitions is notably growing, thus the physical demands of these athletes grow proportionally. In this sense, it is highlighted that in sports science researchers are constantly searching for instruments that improve the prescription of exercises and the performance of athletes through physical evaluation strategies and guidance training. The present study is a cross-validation of an equation to predict bone age in children and adolescents of both sexes. The sample consisted of 25 individuals of both sexes, aged between 8-14 years (14 females and 11 males). Thus, two protocols were applied to measure bone age: wrist and hand radiography, considered the gold standard in the literature and the predictive equation of bone age from anthropometric variables such as height, body mass, corrected arm circumference, skinfold triceps, diameter of the humerus and femur diameter. In the predictive model, the equation showed a strong correlation with the evaluation performed by hand and wrist X-ray. In addition, there are

significant values between bone age radiographs protocols and predictive equation in both sexes, confirming the efficacy of the prediction equation, being a viable method for use in large populations, noninvasive and economical. It is concluded that the equation that uses anthropometric variables to infer bone age demonstrates a strong potential to be used as an alternative to the gold standard measure of hand and wrist radiography to determine the bone age of children and adolescents of both sexes.

Keyword: Bone age, Anthropometric measures and Youth.

1. INTRODUÇÃO

A participação de crianças e adolescentes em competições esportivas vem crescendo e a demanda física de jovens atletas cresce proporcionalmente. Pesquisas recentes na ciência do esporte buscam instrumentos capazes de melhorar a prescrição de exercícios e o desempenho de atletas através estratégias de avaliação física e orientação de treinamento (MALINA et al., 2009). Estratégias para escolher intervenções de exercícios para jovens, sejam atletas ou não, dão boas-vindas a estudos sobre crescimento e desenvolvimento motor, e avaliações dos efeitos da exposição a exercícios de alta intensidade na saúde e no desempenho atlético (CARLING et al., 2009; CARLING et al., 2012).

Essas estratégias devem levar em conta a relação entre a idade cronológica e a biológica, as quais sofrem interferências fisiológicas, emocionais e ambientais. Em conjunto, esses fatores podem influenciar a seleção e orientação de potenciais talentos do esporte, bem como os conceitos errôneos sobre a adequação da atividade física para os jovens (CARLING et al., 2009; MALINA, 2011). Na maioria dos esportes, os atletas com melhor desempenho no início da carreira esportiva são aqueles com estágio maturacional avançado.

Alguns atletas no estágio maturacional tardio também podem conseguir ter sucesso durante esse estágio. Muitas vezes, esses atletas de maturação tardia se destacam no final do processo de seleção e orientação. Esse fato pode ser explicado pela diminuição da interferência do pico de velocidade de crescimento (PVC) durante o período de desenvolvimento de habilidades motoras específicas. O PVC é o indicador mais utilizado em estudos longitudinais, considerando a maturidade somática dos adolescentes e pode aparecer em uma alternativa interessante de classificação biológica (CARLING et al., 2009; MALINA, 2011).

Ao monitorar os parâmetros de crescimento, pode-se detectar o momento em que o indivíduo atinge PVC (MALINA et al., 2009). Assim, a utilização de métodos simples, de fácil aplicação e baixo custo para a avaliação da idade óssea torna-se imprescindível para uma

adequada seleção de talentos e desenvolvimento de um programa de treinamento adequado. O objetivo principal do presente estudo foi realizar uma validação cruzada entre a equação preditora de idade óssea proposta por Cabral et al. (2013) e a radiografia de mão e punho em jovens de ambos os sexos, com idade entre 8 e 14 anos.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Estudo transversal de avaliação de validação cruzada com amostra composta por 25 jovens de ambos os sexos, com idades entre 8-14 anos (14 do sexo feminino e 11 do sexo masculino). A amostra foi selecionada de um grupo não probabilístico casual de jovens entre 8 e 14 anos de prática de atividades esportivas. O sujeito deveria realizar medidas antropométricas em um período de 10 dias após a radiografia de mão e punho. Seriam excluídos, os sujeitos que se recusassem a participar da avaliação, aqueles com problemas de saúde que pudessem prejudicar a avaliação, aqueles que haviam transcorrido mais de 10 dias entre a radiografia e a medida antropométrica e aqueles que faziam uso de qualquer tipo de medicamento que pudesse interferir no sujeito do processo de crescimento.

Todos os procedimentos foram realizados de acordo com o comitê de ética responsável, parecer nº 071/071/2010, levando em consideração os itens propostos pela resolução nº 466/12 do cNS-Brasil, de acordo com as normas internacionais de experimentação humana (declaração de Helsinki).

Dois protocolos foram aplicados para mensurar a idade óssea: o protocolo de radiografia da idade óssea de punho e mão (radiografia IO), que é considerado o padrão ouro na literatura e o protocolo proposto para a equação de predição da idade óssea (CABRAL et al., 2013) (io eq). Neste estudo, a idade óssea verificada pela radiografia foi considerada a variável dependente. Portanto, a idade óssea verificada a partir da equação preditiva foi considerada a variável independente. A idade óssea na equação foi medida por meio da equação preditora (Quadro 1) (CABRAL et al., 2013) por medidas antropométricas seguindo as diretrizes da Sociedade Internacional para o Avanço da Cinantropometria (iSaK) (MARFELL-JONES et al., 2006).

Quadro 1. Equação preditiva de idade óssea.

$$\text{Idade Óssea} = -11,620 + 7,004 * (\text{Estatura}) + 1,226 * (\text{Dsexo}) + 0,749 * (\text{Idade Cronológica}) - 0,068 * (\text{Dobra cutânea do Tríceps}) + 0,214 * (\text{Perímetro do braço corrigido}) - 0,588 * (\text{Diâmetro do úmero}) + 0,388 * (\text{Diâmetro do fêmur}).$$

Para o sexo masculino usar Dsexo = 0. Para o sexo feminino usar Dsexo = 1.

A estatura corporal foi registrada em cm e medida por meio de um estadiômetro Sanny® e S2020. O perímetro corrigido do braço foi medido com fitas antropométricas Sanny® (precisão de 0,1 mm), o diâmetro do úmero e o diâmetro do fêmur foram medidos com um paquímetro Sanny® (precisão de 0,1 mm). Para a dobra cutânea tricípital, foi usado um adipômetro científico Harpenden®.

A idade cronológica em anos foi determinada somando-se os meses de vida do indivíduo, a partir da data de nascimento dividida por 12, resultando na idade cronológica em anos de cada indivíduo. A idade óssea, IO Raio-X, foi determinada por laudo médico que realizou o diagnóstico por meio de radiografia de mão e punho. Uma única dosagem radiográfica foi administrada, onde as radiografias foram realizadas individualmente por equipamentos com tubo toshiba de 60 Kvp e 9 ma, com distância foco-filme de 75 cm. O filme utilizado foi um Kodak tMatX de 18 x 24 cm em chassi com tela de terras raras, desenvolvido em uma processadora automática deNtXr, com componentes químicos para Kodak.

Conseqüentemente, todas as radiografias foram revisadas independentemente por dois radiologistas. A verificação foi feita por meio do método que observa a sequência de eventos da ossificação por meio de radiografia de mão e punho, utilizando o atlas proposto por Grave e Brown (1976) para comparação e determinação da idade óssea. Com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade e a confiabilidade dos observadores por meio do método citado por pyle, Waterhouse e Greulich (1971), foi aplicado o teste estatístico Kappa, obtendo-se um bom valor do fator de coincidência interavaliador (0,79). Amostras que mostraram diferença em +0,5 ou -0. Para cada medida antropométrica foi calculada a medida intra-avaliador erro técnico de medida (etM). Todas as medições foram realizadas pelo mesmo avaliador, a fim de minimizar qualquer interferência na medição do mesmo. Foi observado para o etM uma faixa de 0,9% a 4,2% e 8,9% a 30,56% no coeficiente de variação.

O programa estatístico utilizado no estudo foi o Stata for SpSS versão 20.0. Inicialmente, foi realizada a estatística descritiva para caracterização dos dados e o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. A validação cruzada foi realizada por meio dos três

procedimentos estatísticos a seguir: 1) análise do nível de correlação e predição entre as variáveis pelo teste de regressão linear; 2) análise da diferença entre as médias apresentadas por duas avaliações de maturação óssea, por meio do teste t de Student para amostras pareadas; 3) análise dos níveis de concordância entre os resultados da maturação óssea por dois métodos avaliados pelo coeficiente de correlação intraclassa (CCI). Obtiveram-se os respectivos intervalos de confiança (IC de 95%) e o gráfico de Bland e Altman, onde se assumiu um valor alfa de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os dados antropométricos e maturacionais de acordo com o gênero. Os níveis de concordância entre os resultados da maturação óssea pelos métodos radiográficos de mão e punho e a equação preditiva são explicados de acordo com o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) e seus respectivos intervalos de confiança (IC) na tabela 3.

Tabela 1. Dados descritivos das características antropométricas e maturacionais da amostra, de acordo com o sexo.

Variáveis	Total (N. = 25)		Male (N. = 11)		Female (N. = 14)	
	Média ± DP	IC 95%	Média ± DP	IC 95%	Média ± DP	IC 95%
Idade cronologica	12,14 ± 1,59	11,41-12,88	11,59 ± 1,48	9,60-11,58	13,36 ± 0,77	12,92-3,81
Altura	1,54 ± 0,12	1,49-1,59	1,45 ± 0,11	1,38-1,53	1,62 ± 0,06	1,58-1,65
Dobra Cutânea do Triceps	7,04 ± 16,96	14,05-19,87	16,04 ± 8,80	10,12-21,95	17,69 ± 5,53	14,49-20,88
Perímetro do braço corrigido	23,39 ± 3,21	22,06-24,71	22,13 ± 2,99	20,13-24,14	24,37 ± 3,13	22,57-26,18
Diâmetro do Úmero	5,94 ± 0,63	5,68-6,20	5,70 ± 0,60	5,30-6,10	6,12 ± 0,61	5,77-6,47
Diâmetro do Fêmur	8,79 ± 0,97	8,39-9,19	8,40 ± 0,93	7,78-9,02	9,10 ± 0,92	8,57-9,63
Idade óssea (raio-x)	12,36 ± 2,56	11,30-13,42	10,09 ± 1,92	8,80-11,38	14,14 ± 1,23	13,43-14,85
Idade óssea (equação)	12,74 ± 2,95	11,52-13,96	10,02 ± 2,10	8,61-11,43	14,88 ± 1,24	14,16-15,59

N: Número. DP: Desvio padrão. IC: Intervalo de Confiança.

Tabela 3. Coeficiente de correlação intraclassa (ICC) entre os métodos de estimativa da maturação óssea, de acordo com o sexo.

Grupos	CCI	IC 95%
Geral	0,951	0,890-0,979
Masculino	0,916	0,687-0,977
Feminino	0,717	0,118-0,909

CCI: coeficiente de correlação intraclassa. IC: Intervalo de Confiança.

A figura 1 mostra o gráfico de Blandaltman. O gráfico de Bland-altman é responsável por estabelecer a correlação entre dois métodos projetados para medir o mesmo parâmetro. O primeiro sendo um novo método, e a segunda figura como padrão ouro na literatura. A figura 1 mostra a alta correlação entre as variáveis da idade óssea radiológica e a idade óssea pela equação. O valor da idade óssea pode ser estimado indiretamente por meio da medida antropométrica, tornando-se, por meio de equações preditivas, uma ferramenta prática e eficiente para ser utilizada no cenário esportivo.

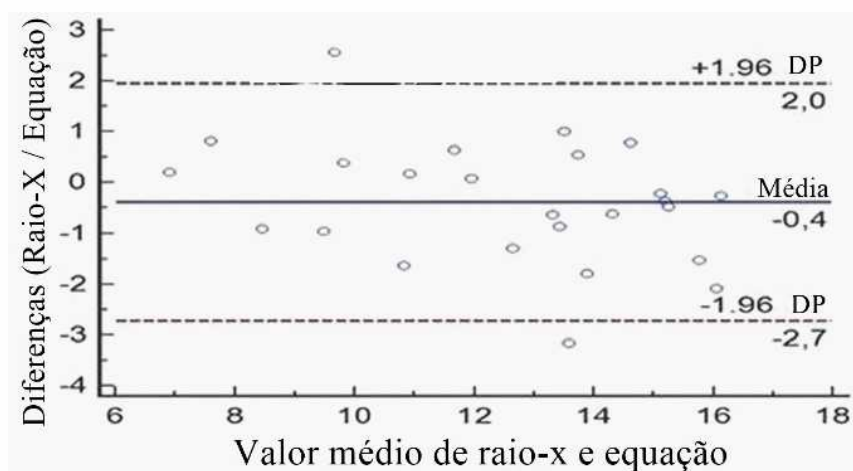


Figura 1. Gráfico de Bland-altman.

A figura 2 apresenta que a Equação tem uma forte relação com o raio-X. assim, a partir de seu valor medido e uma equação matemática preditiva, o valor da idade óssea pode ser estimado indiretamente. Assim, a equação matemática apresenta-se como uma forte relação com a variável, variável radiográfica, sendo uma ferramenta prática e eficiente para ser utilizada no cenário esportivo.

Conforme mostra as amostras do diagrama Boxplot (Figura 3), há valores semelhantes entre as variáveis de idade óssea radiológica (padrão ouro) e idade óssea por meio da equação do preditor (nova técnica) em ambos os sexos, confirmando a eficiência do preditor equação matemática.

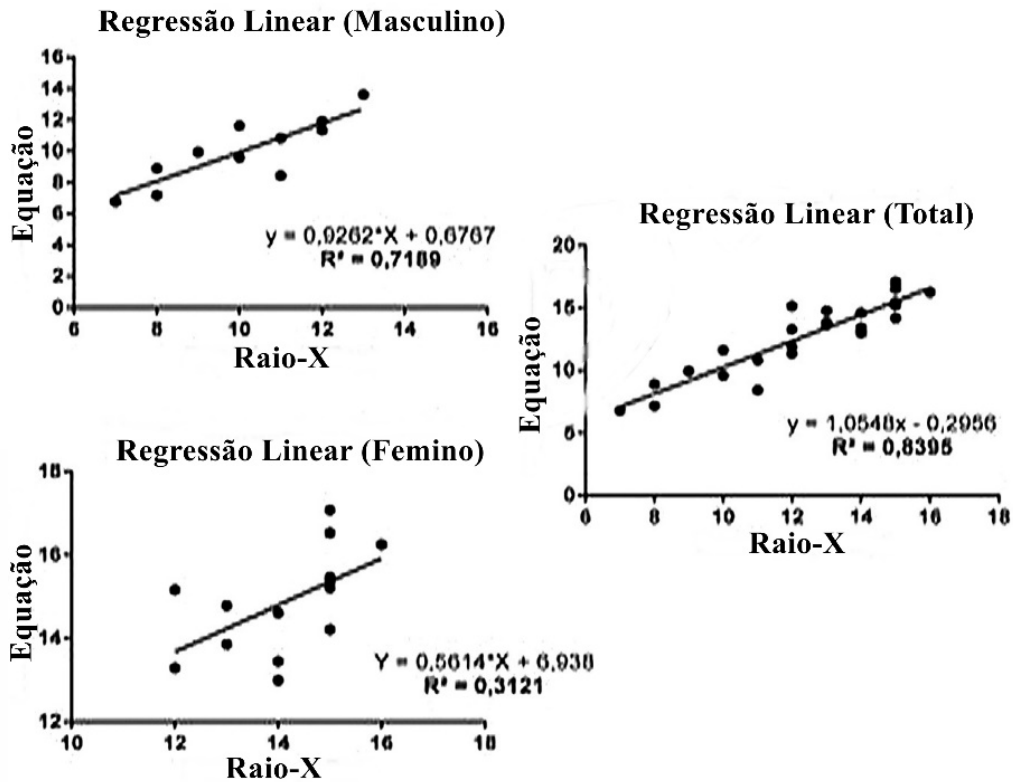


Figura 2. Regressão linear geral por gênero: há uma alta correlação entre a equação e o raio-X, quando medidas no público total e separadamente por gêneros.

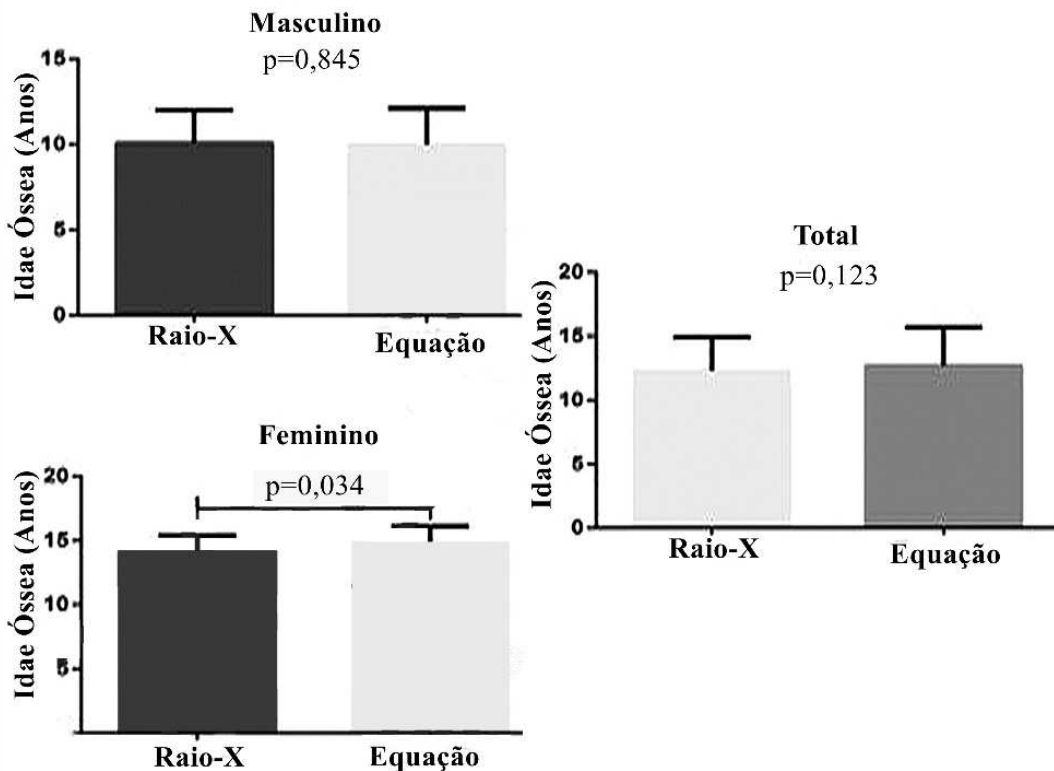


Figura 3. Diagrama para o raio-X e equação na amostra total e entre os gêneros.

O desenvolvimento de métodos alternativos para a seleção e orientação esportiva passa a ser de extrema importância na aplicabilidade em grandes populações com consequente economia de custos. Nosso estudo teve como objetivo a validação cruzada da equação preditiva da idade óssea Cabral et al. (2013) com a suposição de que a validação cruzada permite confirmar a equação anterior. Neste sentido, os resultados deste estudo demonstram fortes correlações entre os métodos de mensuração da idade óssea ($r = 0,839$).

Essa correlação é ainda mais forte do que a de Cabral et al. (2013), que foi $r = 0,93$ (erro padrão da estimativa de 1,243). A equação matemática incluiu variáveis que tipicamente colaboram para avaliar a maturação como idade cronológica, idade óssea radiológica, estatura, perímetro corrigido do braço, diâmetro do fêmur e úmero e dobra cutânea tricípital. De fato, essas variáveis permitem estimar a idade biológica a partir da análise e comparação das características quantitativas e qualitativas, relacionando-as às características esperadas dentro de cada fase da idade cronológica, para um mesmo indicador biológico.

A idade óssea tem sido cada vez mais utilizada como ferramenta para controlar a carga e o volume do treinamento, a fim de minimizar o risco de lesões, abandonar os esportes e acelerar a maturação esquelética. Essa correlação pode ser explicada pelo fato de que cargas excessivas de treinamento estão relacionadas ao aumento dos níveis de hormônios sexuais, redução da densidade mineral óssea e aceleração do fechamento epifisário (CARLING et al., 2012; MOREIRA et al., 2013).

Malina (2010) concluiu que competidores nas categorias finais em esportes juvenis apresentam maturação óssea acelerada, o que se correlacionou a um melhor desempenho no curto prazo. Por outro lado, alguns dados da literatura afirmam que atletas com atraso na maturação óssea, treinados com carga e volume adequados para a idade de maturação óssea relacionada, apresentam melhor desempenho em longo prazo, tendo maior possibilidade de se tornar um atleta profissional (MALINA et al., 2009; CARLING et al., 2012; MOREIRA et al., 2013), neste caso, a literatura tem apontado forte correlação da maturação esquelética com a estatura, os diâmetros do fêmur e úmero e o perímetro do braço corrigido (SUAREZ, 2002; CABRAL et al., 2011).

Variáveis antropométricas apresentaram correlações elevadas, principalmente a estatura, o que justifica sua popularidade entre diversos autores como Cabral et al. (2011) e Malina et al. (2009). Sabe-se que com o avanço na maturação processo do indivíduo, a tendência é que ele chegue a acelerar sua altura final através das mudanças fisiológicas e metabólicas. Portanto, ao verificar a forte correlação entre altura, idade óssea e maturação,

conclui-se que a altura observada de forma independente não pode ser considerada uma avaliação prudente em relação à orientação dos talentos esportivos, uma vez que esta variável pode sofrer forte influências de diferentes fatores genéticos e ambientais.

O tecido ósseo se diferencia, cresce e amadurece ao longo de certas linhas a partir de uma ossificação primária para atingir um osso totalmente desenvolvido. Por esse motivo, a determinação da maturação biológica pela observação da idade óssea está sendo referênciada como um método confiável e de fácil acesso (CABRAL et al., 2013). Assim, fica evidente a relação das medidas corporais com o processo de maturação óssea, bem como sua importância como indicador do estágio maturacional. Os métodos analíticos eleitos para aplicação em atletas devem ser escolhidos por sua praticabilidade, seguindo o exemplo da equação matemática para predição da idade óssea proposta por Cabral et al. (2013), a equação permite explicar variação de 75,4% na idade óssea e, conseqüentemente, o estágio maturacional de jovens atletas. Este componente de aplicabilidade simples pode eliminar o uso de radiografia. Nesse sentido, criaria oportunidades para orientar os profissionais e dar-lhes mais possibilidades na formação e desenvolvimento de futuros atletas em diferentes estágios de maturação.

4. CONCLUSÃO

A equação de predição da idade óssea apresentada nesse estudo demonstra alta correlação com a idade óssea verificada pela radiografia de mão e punho, considerada o padrão ouro na literatura. Dessa forma, a equação apresenta-se como um instrumento confiável, com resultados precisos e excelente aplicabilidade prática. Nesse sentido torna-se muito eficiente para o cenário esportivo, principalmente no planejamento de métodos de treinamento esportivo utilizados na infância, onde os jovens poderão ser avaliados no próprio ambiente esportivo desde que respeitadas as condições éticas e de segurança previstos na metodologia.

5. REFERÊNCIAS

CABRAL, B.G.A.T.; CABRAL, S.A.T.; MIRANDA, H.; DANTAS, P.M.S.; REIS, V.M. Efeito discriminante da morfologia e alcance de ataque no nível de desempenho em voleibolistas. **Rev. Bras. cineantropom desempenho hum**, v. 13, p. 223-229, 2011.

- CABRAL, B.G.A.T.; CABRAL, S.A.T.; VITAL, R.; LIMA, K.C.; ALCANTARA, T.; REIS, V.M.; DANTAS, P.M.S. Prediction equation of bone age in sports initiation through anthropometric variables. **Rev Bras Med esporte**, v. 19, p. 99-103, 2013.
- CARLING, C.; LE GALL, F.; MALINA, R.M. Body size, skeletal maturity, and functional characteristics of elite academy soccer players on entry between 1992 and 2003. **J Sports Sci**, v. 30, p. 1683-1693, 2012.
- CARLING, C.; LE GALL, F.; REILLY, T.; WILLIAMS, A.M. Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players? **Scand J Med Sci Sports**, v. 19, p. 3-9, 2009.
- CUMMING, S.P.; STANDAGE, M.; GILLISON, F.B.; DOMPIER, T.P.; MALINA, R.M. Biological maturity status, body size, and exercise behaviour in British youth: a pilot study. **J Sports Sci**, v. 27, p. 677-686, 2009.
- GRAVE, K.C.; BROWN, T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. **Am J orthop**, v. 69, p. 611-619, 1976.
- MALINA, R.M. Skeletal age and age verification in youth sport. **Sports Med**, v. 41, p. 925-947, 2011.
- MALINA, R.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. São Paulo: Rocca, 2002.
- MALINA, R.M. Maturity status and injury risk in youth soccer players. **Clin J Sport Med**, v. 20, p. e132, 2010.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. São Paulo: Phorte, 2009.
- MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWART, A.; CARTER, L. **International standards for anthropometric assessment**. Wellington, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2006.
- MOREIRA, A.; MORTATTI, A.; AOKI, M.; ARRUDA, A.; FREITAS, C.; CARLING, C. Role of free testosterone in interpreting physical performance in elite young Brazilian soccer players. **Pediatr exerc Sci**, v. 25, p. 186-197, 2013.
- PYLE, S.I.; WATERHOUSE, A.M.; GREULICH, W.W. Attributes of the radiographic standard of reference for the National health examination Survey. **Am J phys anthropol**, v. 35, p. 331-337, 1971.
- RÉ, A.H.N.; BOJIKIAN, L.P.; TEIXEIRA, C.P.; MASSA, M.; BOHME, M.T.S. Relações entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. **Rev Bras educ Fís**, v. 55, p. 153-162, 2005.
- SUAREZ, M.H. **Estructura condicional en las preselecciones de gallegas de diferentes categorías de formación en balonmano**. (Tese) Doutorado em Educação Física - Universidade da Coruña, Coruña, 2002.

RELAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO E FORÇA EXPLOSIVA EM JOVENS PRATICANTES DE REMO

Matheus Dantas, Luiz Felipe da Silva, Petrus Gantois Massa Dias dos Santos e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

O objetivo foi verificar a relação entre a idade óssea e a força explosiva de jovens praticantes de remo. Participaram do estudo 76 adolescentes com idade entre 8 e 14 anos, sendo $n=37$ meninos e $n=38$ meninas. A idade óssea foi estimada através de modelo matemático preditor baseado em variáveis antropométricas. A força explosiva de membros superiores foi avaliada através do teste de arremesso de medicine ball e a força explosiva de membros inferiores por meio do teste de salto vertical contramovimento. Os meninos com estágio maturacional atrasado obtiveram desempenho inferior em ambos os testes quando comparados com o estágio normal (FEMS: $U= 42,50$; $p<0,001$; FEMI: $U=87,00$ $p=0,027$); assim como, as meninas com estágio normal apresentaram menor desempenho em relação aos seus pares com estágio acelerado (FEMS: $U= 26,00$; $p<0,001$; FEMI: $U=10,00$; $p<0,001$); coeficientes de relações positivas significativas ($r>0,7$) foram verificados entre a idade óssea e o desempenho da força explosiva de membros superiores e inferiores em ambos os sexos. É possível concluir que a estimativa da idade óssea, apresenta uma relação positiva muito forte com o desempenho da força explosiva de membros superiores e inferiores, independente do sexo.

Palavras-chave: Força explosiva, Remo e Jovens.

ABSTRACT

The objective was to verify the relationship between bone age and the explosive strength of young rowers. 76 adolescents aged 8 to 14 years participated in the study, being $n = 37$ boys and $n = 38$ girls. Bone age was observed using the mathematical predictor model based on anthropometric variables. The explosive strength of the upper limbs was assessed using the medicine ball pitch test and the explosive strength of the lower limbs using the vertical jump against motion test. Boys with delayed maturation stage had inferior performance in both tests when compared to the normal stage (FEMS: $U = 42.50$; $p < 0.001$; FEMI: $U = 87.00$ $p = 0.027$); as well as, girls with normal stage lower performance in relation to their peers with accelerated stage (FEMS: $U = 26.00$; $p < 0.001$; FEMI: $U = 10.00$; $p < 0.001$); coefficients of positive relationships ($r > 0.7$) were verified between bone age and the performance of explosive strength of upper and lower limbs in both sexes. It is possible to conclude that the bone age estimate has a very strong postural relationship with the performance of the explosive strength of upper and lower limbs, regardless of sex.

Keywords: Explosive strength, Rowing and Youth.

1. INTRODUÇÃO

O remo é uma modalidade esportiva caracterizada por uma elevada demanda física, sendo a maior contribuição energética proveniente do metabolismo aeróbico (MÄESTU; JÜRIMÄE; JÜRIMÄE, 2005). Logo o consumo máximo de oxigênio é um atributo imprescindível para se alcançar o sucesso neste esporte (MIKULIC; BRALIC, 2017; TRAN et al., 2014). As ações de força ocorrem principalmente em ações que exijam a retirada do barco da inércia, nos momentos iniciais das provas e para os esforços finais das regatas (GEE et al., 2011; LAWTON; CRONIN; MCGUIGAN, 2011). Estudos prévios têm reportado que a força explosiva é fortemente relacionada com o desempenho no remo (INGHAM et al., 2002; NEVILL; ALLEN; INGHAM, 2011; LAWTON; CRONIN; MCGUIGAN, 2013).

Do ponto de vista da seleção de jovens atletas, é importante utilizar testes para se identificar o nível de características importantes para o esporte (MIKULIĆ; RUŽIĆ; MARKOVIĆ, 2009). O salto vertical contramovimento e o arremesso de *medicineball* são alternativas práticas e confiáveis para se avaliar a força explosiva de membros inferiores e superiores, respectivamente (GANTOIS et al., 2017). Durante o processo de seleção, as capacidades físicas são importantes para prever o sucesso no esporte. Torres-Unda et al. (2013) demonstraram que atletas selecionados de baquetebol apresentaram maior desempenho físico do que os atletas não-selecionados, porém estavam mais maturados. Sabe-se que a maturação tem uma forte relação com o desempenho físico (MALINA et al., 2015; CABRAL et al., 2016). Logo, é possível que os processos de seleção, realizados durante a adolescência e que não consideram o estágio maturacional podem gerar potenciais erros de interpretação (GOUVEA et al., 2016; PEARSON; NAUGHTON; TORODE, 2006).

É provável que a maturação possa desempenhar um significativo papel na seleção dos jovens atletas. No entanto, é sugerido que a vantagem momentânea dos pares com maturação acelerada se perdem à medida que os pares atrasados avançam no seu processo maturacional (MALINA et al., 2015). Adicionalmente, estudos de caráter longitudinal ilustram que os sujeitos com maturação atrasada apresentam maior janela de crescimento em relação aos com maturação acelerada (JÚNIOR et al., 2013; TILL et al., 2014). Desta forma, o processo maturacional deve ser considerado pelos treinadores e comissão técnica como fator preponderante na seleção e orientação em jovens atletas. Recentemente, nosso grupo desenvolveu uma equação preditora da idade óssea, baseada no padrão ouro para a maturação (i.e., Radiografia de mão e punho), sendo estimada através de variáveis

antropométricas (CABRAL et al., 2013), disponibilizando aos treinadores uma ferramenta com ampla aplicação prática para avaliar o estágio maturacional de jovens atletas. Desta forma, o presente estudo se propõe a verificar a relação da idade óssea com o desempenho da força explosiva em jovens praticantes de remo.

2. MATERIAIS E METÓDO

2.1 AMOSTRA

A amostra foi selecionada de forma intencional e não probabilística para participar do presente estudo com delineamento transversal. 76 voluntários, do sexo masculino (n=37) e feminino (n=38), com faixa etária entre 8 a 14 anos, praticantes de remo em um projeto de iniciação esportiva em Natal/RN foram recrutados para avaliação da maturação biológica e força explosiva de membros inferiores e superiores. Todos os participantes receberam as instruções da pesquisa, assim como foram alertados sobre os riscos e os benefícios da participação.

2.2 ANTROPOMETRIA

Foram realizadas avaliações de estatura corporal e massa corporal - utilizando um estadiômetro com precisão de 0,1 cm (Sanny®, São Bernado do Campo, Brasil) e uma balança eletrônica com precisão de 100 gramas (Filizola 110V, São Paulo, Brasil); perímetro corrigido de braço através de uma fita antropométrica (Sanny®, São Bernado do Campo, Brasil); diâmetro biepicondiliando do úmero e do fêmur (Sanny®, São Bernado do Campo, Brasil); e dobra tricipital (Cescorf®, Porto Alegre, Brasil). Para todas as medidas foi verificado um coeficiente de teste-reteste ($ICC > 0,97$). Todas as mensurações seguiram padronização da Internacional Society for Advancement in Kinanthropometry – ISAK .

2.3 IDADE ÓSSEA E MATURAÇÃO

O desenvolvimento maturacional foi avaliado por meio de um modelo preditor da idade óssea. O modelo preditor foi validado para a crianças Brasileiras com idade entre 8-14 anos,

de ambos os sexos (CABRAL et al., 2013). A classificação do estágio maturacional foi classificado de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 1. Classificação dos estágios maturacionais.

Estágio de maturação	Resultado
Atrasado	IO – IC = (menor que -12 meses)
Normal	IO – IC = (entre -12 e 12 meses)
Acelerado	IO – IC = (maior que 12 meses)

2.4 FORÇA EXPLOSIVA DE MEMBROS SUPERIORES E INFERIORES

A força explosiva de membros superiores foi estimada através do protocolo de arremesso de *medicineball* (GAYA; SILVA, 2009). A mensuração foi realizada a partir do momento do primeiro toque da bola com o chão até o ponto inicial, em metros. A força explosiva de membros inferiores foi avaliada por meio do salto vertical contramovimento. O salto foi realizado 2 vezes e o maior resultado foi levado para análise.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados são reportados em mediana e intervalo interquartil. O teste de Mann Whitney foi utilizado para comparar o desempenho da força explosiva de membros superiores e inferiores de acordo com o estágio maturacional. A correlação de Spearman foi utilizada para verificar a relação entre a força explosiva de membros com a idade óssea dos jovens. A magnitude da correlação foi determinada pela escala proposta por Hopkins (2000): $r < 0,1$ trivial; $0,1 - 0,3$ pequeno; $0,3 - 0,5$ moderado; $0,5 - 0,7$ forte; $0,7 - 0,9$ muito forte; $0,9 - 0,99$ quase perfeito; e $1,0$ perfeito. O nível de significância estabelecido foi de $p \leq 0,05$ para todas as análises, sendo realizadas através do software Statistical Package for the Social Sciences – SPSS versão 20.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob os aspectos maturacionais, nossos dados não reportaram meninos classificados em estágio maturacional acelerado e meninas com estágio atrasado. Estudo prévio do nosso grupo, reportou ausência destes estágios de forma similar (PINTO et al., 2017). De fato, é provável que as mudanças no ritmo maturacional encontradas entre os sexos podem explicar estes dados, no qual as meninas são afetadas mais precocemente pelas ações hormonais do que os meninos (ROGOL; ROEMMIC; CLARK, 2002; SILVA et al., 2010).

Tabela 2. Análise descritiva da amostra.

	Meninos (n=37)		Meninas (n=38)	
	Mediana	IIQ	Mediana	IIQ
IC	10,50	0,75	10,80	0,80
PESO	39,40	8,80	40,95	17,28
ESTATURA	1,46	0,08	1,46	0,10
IO	9,70	1,35	11,10	1,43
FEMS	2,11	0,24	2,31	0,66
FEMI	1,35	0,12	1,31	0,15
IMC	18,72	4,03	19,09	7,09
		Meninos	Meninas	Total
		Porcentagem (%)		
	Atrasado	35,1	-	17,3
Maturação	Normal	64,9	76,3	70,7
	Acelerado	-	23,7	12,0

IC: idade cronológica; IO: Idade óssea; FEMS: Força explosiva de membros superiores (cm); FEMI: Força explosiva de membros inferiores (cm); IMC: Índice de massa corporal.

A figura 1 reporta a comparação da força explosiva de membros superiores e inferiores entre os estágios maturacionais dos meninos e meninas. Os meninos do estágio atrasado apresentaram menor força explosiva de membros superiores e inferiores do que os seus pares do estágio normal. As meninas com estágio normal apresentaram menor desempenho em relação aos seus pares com estágio acelerado.

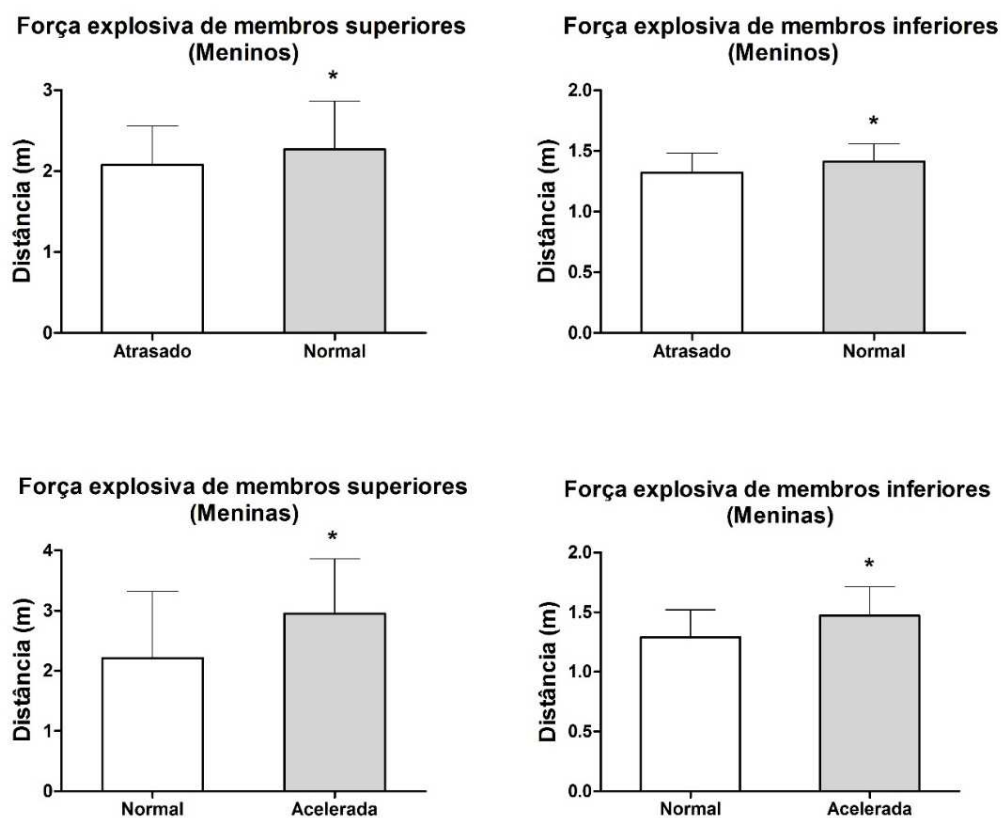


Figura 1. comparação da força explosiva de membros superiores e inferiores entre os estágios maturacionais dos meninos e meninas.

Nossos dados se apresentam de forma consistente com estudos prévios (LEFEVRE et al., 1990; TILL et al., 2014; GANTOIS et al., 2017), os quais encontraram um aumento linear da força explosiva de acordo com o estágio maturacional (acelerado > normal > atrasado). Nesse sentido, tem sido comumente atribuído que mudanças nas respostas dos hormônios anabólicos e modificações estruturais nas fibras musculares do tipo I para o tipo II observadas durante o processo maturacional (LEXELL et al., 1992; BALDARI et al., 2009) podem contribuir para estas diferenças de desempenho.

A tabela 3 reporta a análise de correlação entre a idade óssea e o desempenho nos testes de força explosiva de membros superiores e inferiores. Foi demonstrado que em ambos os sexos ocorrem relação da maturação com o desenvolvimento de força. Diante do exposto, os nossos dados demonstram uma correlação muito forte entre a idade óssea e o desempenho da força explosiva de membros superiores e inferiores em ambos os sexos. Durante a adolescência, o desempenho físico é correlacionado com o desenvolvimento maturacional (MALINA et al., 2015; CABRAL et al., 2016).

Tabela 3. Correlação entre Idade óssea e força explosiva de membros superiores e inferiores para ambos os sexos.

Variáveis	Total	Meninos	Meninas
	Idade óssea		
FEMS	0,776**	0,847**	0,860**
FEMI	0,338*	0,781**	0,756**

FEMS= Força explosiva de membros superiores; FEMI= Força explosiva de membros inferiores; **= $p < 0,001$; *= $P < 0,005$.

No remo, apesar da predominância do metabolismo aeróbico, é notória a importância da força explosiva como fator preditor do desempenho dos atletas (LAWTON et al., 2011; GEE et al., 2011). Esta contribuição fica evidenciada em estudo clássico de Steinacker et al. (1993), os quais verificaram um pico de produção de força na ordem de 1000-1500 N nos momentos iniciais da regata e entre 500-700 N ao decorrer da mesma. Tal estudo, corrobora que os praticantes mais fortes podem obter um melhor desempenho e que a força explosiva pode ser um importante indicador de seleção de jovens praticantes. Logo, é notória a importância da maturação no desempenho do remo, uma vez que, durante o processo de estirão que ocorre na puberdade, observa-se uma relação com a produção de GH e IGF-1, hormônios responsáveis, em parte, pelo aumento da área transversal do músculo e força muscular.

Diante do exposto, tem se observado uma predominância de seleção de jovens atletas com maturação acelerada, em comparação com seus pares com maturação atrasada, e conseqüentemente menor desempenho motor (TORRES-UNDA et al., 2013). Estes dados aparentam estar associados com a busca da prontidão atlética para se obter resultados imediatos (TILL et al., 2014). No entanto, como discutido previamente, essa busca imediata pode favorecer os equívocos na seleção de jovens atletas, reforçando a necessidade de se avaliar a maturação para reduzir a exclusão precoce de potenciais atletas.

4. CONCLUSÃO

É possível concluir que a estimativa da idade óssea, apresenta uma relação positiva muito forte com o desempenho da força explosiva de membros superiores e inferiores,

independente do sexo. Nesse sentido, os nossos dados assim como os de diferentes autores analisados com estudos prévios, reforçam a necessidade da utilização da maturação durante os processo de seleção e orientação de jovens atletas, a fim de minimizar potenciais equívocos de seleção que possam existir ao se analisar os jovens de maneira simplificada levando em conta apenas variáveis como as antropométricas, físicas ou resultados de testes específicos de forma isolada.

5. REFERÊNCIAS

- BALDARI, C.; DI LUIGI, L.; EMERENZIANI, G. P.; GALLOTTA, M. C.; SGRÒ, P.; GUIDETTI, L. Is explosive performance influenced by androgen concentrations in young male soccer players? **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 191-194, 2009.
- CABRAL, B. G. D. A. T.; CABRAL, S. A. T.; VITAL, R.; LIMA, K. C.; ALCANTARA, T.; REIS, V. M.; et al. Equação preditora de idade óssea na iniciação esportiva através de variáveis antropométricas. **Rev Bras Med Esporte**, v. 19, n. 2, p. 99-103, 2013.
- CABRAL, S. A. T.; CABRAL, B. G. A. T.; PINTO, V. C. M.; ANDRADE, R. D.; BORGES, M. V. O.; SILVA DANTAS, P. M. Relação da idade óssea com antropometria e aptidão física em jovens praticantes de voleibol. **Revista Brasileira de Ciências Do Esporte**, v. 38, n. 1, p. 69–75, 2016.
- COLE, T. J.; AHMED, M. L.; PREECE, M. A.; HINDMARSH, P.; DUNGER, D. B. The relationship between Insulin-like Growth Factor 1, sex steroids and timing of the pubertal growth spurt. **Clinical Endocrinology**, v. 82, n. 6, p. 862–869, 2015.
- GANTOIS, P.; AIDAR, F. J.; MATOS, D. G.; SOUZA, R. F.; SILVA, L. M.; CASTRO, K. R.; et al. Repeated sprints and the relationship with anaerobic and aerobic fitness of basketball athletes. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 17, n. 2, p. 910–915, 2017.
- GAYA, A.; SILVA, G. **Projeto Esporte Brasil PROESP-Bateria de Medidas e Testes Somatomotores do Proesp**, 2007. Disponível em: < <https://www.ufrgs.br/proesp/>>. Acesso em: 31/12/2018.
- GEE, T. I.; OLSEN, P. D.; BERGER, N. J.; GOLBY, J.; THOMPSON, K. G. Strength and conditioning practices in rowing. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 3, p. 668–682, 2011.
- GOUVEA, M.; CYRINO, E. S.; RIBEIRO, A. S.; DA SILVA, D. R. P.; OHARA, D.; VALENTE-DOS-SANTOS, J.; et al. Influence of Skeletal Maturity on Size, Function and Sport-specific Technical Skills in Youth Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 6, p. 464-469, 2016.
- INGHAM, S.; WHYTE, G.; JONES, K.; NEVILL, A. Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 3, p. 243–246, 2002.

- JÚNIOR, J. A. D. P.; DE SOUSA, M. S. C.; GAYA, A. C. A.; ALVES, J. V. M. H.; DO NASCIMENTO, J. A. Idade óssea, cronológica e desempenho físico de jovens atletas. **Revista Brasileira de Ciência E Movimento**, v. 22, n. 1, p. 37–44, 2013.
- LAWTON, T. W.; CRONIN, J. B.; MCGUIGAN, M. R. Strength testing and training of rowers: a review. **Sports Medicine**, v. 41, n. 5, p. 413–432, 2011.
- LAWTON, T. W.; CRONIN, J. B.; MCGUIGAN, M. R. Strength, power, and muscular endurance exercise and elite rowing ergometer performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n. 7, p. 1928–1935, 2013.
- 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. **Annals of Human Biology**, v. 17, n. 5, p. 423–435, 1990.
- LEXELL, J.; SJÖSTRÖM, M.; NORDLUND, A. S.; TAYLOR, C. C. Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age. **Muscle & Nerve**, v. 15, n. 3, p. 404–409, 1992.
- MÄESTU, J.; JÜRIMÄE, J.; JÜRIMÄE, T. Monitoring of performance and training in rowing. **Sports Medicine**, v. 35, n. 7, p. 597–617, 2005.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. São Paulo: Rocca, 2002.
- MALINA, R. M.; ROGOL, A. D.; CUMMING, S. P.; COELHO, M. J.; FIGUEIREDO, A. J. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, p. 852–859, 2015.
- MIKULIC, P.; BRALIC, N. Elite status maintained: a 12-year physiological and performance follow-up of two Olympic champion rowers. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 6, p. 660–665, 2017.
- MIKULIĆ, P.; RUŽIĆ, L.; MARKOVIĆ, G. Evaluation of specific anaerobic power in 12-14-year-old male rowers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 6, p. 662–666, 2009.
- NEVILL, A. M.; ALLEN, S. V.; INGHAM, S. A. Modelling the determinants of 2000 m rowing ergometer performance: a proportional, curvilinear allometric approach. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 21, n. 1, p. 73–78, 2011.
- PEARSON, D. T.; NAUGHTON, G. A.; TORODE, M. Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 9, n. 4, p. 277–287, 2006.
- PINTO, V. C. M.; DOS SANTOS, P. G. M. D.; DANTAS, M. P.; ARAÚJO, J. P. F.; CABRAL, S. A. T.; CABRAL, B. G. A. T. Relationship between bone age, hormonal markers and physical capacity in adolescents. **Journal of Human Growth and Development**, v. 27, n. 1, p. 77–83, 2017.
- ROGOL, A. D.; ROEMMICH, J. N.; CLARK, P. A. Growth at Puberty. **Journal of Adolescent Health**, v. 31, p. 192–200, 2002.

SILVA, D. A. S.; PELEGRINI, A.; PETROSKI, E. L.; GAYA, A. C. A. Comparison between the growth of Brazilian children and adolescents and the reference growth charts: data from a Brazilian project. **Jornal de Pediatria**, v. 86, p. 115–120, 2010.

TILL, K.; COBLEY, S.; O' HARA, J.; COOKE, C.; CHAPMAN, C. Considering maturation status and relative age in the longitudinal evaluation of junior rugby league players. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 3, p. 569–576, 2014.

TORRES-UNDA, J.; ZARRAZQUIN, I.; GIL, J.; RUIZ, F.; IRAZUSTA, A.; KORTAJARENA, M.; et al. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 2, p. 196–203, 2013.

TRAN, J.; RICE, A. J.; MAIN, L. C.; GASTIN, P. B. Profiling the Training Practices and Performance of Elite Rowers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 5, p. 572–580, 2014.

IMPLICAÇÕES DA MATURAÇÃO NO DESEMPENHO FÍSICO DE CRIANÇAS PRATICANTES DE VOLEIBOL

Rômulo Vasconcelos Teixeira e Levi de Holanda Francalino

RESUMO

Objetivo: O objetivo do presente capítulo foi analisar as implicações da maturação no desempenho físico de crianças praticantes de voleibol, especificamente no que diz respeito a potência muscular de membros superiores e salto vertical contra movimento. **Métodos:** Foram recrutadas 239 crianças, sendo 139 do sexo feminino e 100 do sexo masculino com idades entre 10 e 14 anos, praticantes de voleibol. Foram realizadas avaliações antropométricas e das capacidades físicas. Na análise estatística foi utilizada o teste de Kruskal-Wallis, correlação de Spearman e análise de regressão linear. **Resultados:** As meninas apresentaram resultados superiores na idade óssea quando comparadas aos meninos. As correlações entre a idade cronológica e a idade óssea demonstraram resultados similares. **Conclusão:** Em conclusão, a idade óssea retrata uma correlação linear positiva com a força explosiva de membros superiores em ambos os sexos.

Palavras-chave: Atletas, Puberdade, Aptidão física e Jovens.

ABSTRACT

Objective: The objective of this chapter was to analyze the implications of maturation on the physical performance of children who practice volleyball, specifically with regard to the muscular power of upper limbs and vertical jump against movement. **Methods:** 239 children were recruited, 139 of whom were female and 100 were male, aged between 10 and 14 years old, who practice volleyball. Anthropometric and physical capacity assessments were carried out. In the statistical analysis, the Kruskal-Wallis test, Spearman's correlation and linear regression analysis were used. **Results:** Girls showed superior results in bone age when compared to boys. The correlations between chronological age and bone age showed similar results. **Conclusion:** In conclusion, bone age shows a positive linear correlation with the explosive strength of upper limbs in both sexes.

Keywords: Athletes, Puberty, Physical fitness and Young people.

1. INTRODUÇÃO

Jovens jogadores de voleibol podem se beneficiar de programas de treinamento voltados a utilização de várias competências pertinentes ao esporte, destacando-se o

desenvolvimento motor e a fisiologia do exercício, por exemplo (LIDOR; ZIV, 2010). Dessa forma, as particularidades de alto nível devem ser consideradas nos jovens durante o processo de seleção e orientação esportiva. O voleibol é uma modalidade esportiva que apresenta ações repetidas e alta potência muscular dos membros superiores, nas quais são exigidas durante as sessões de treinamento e competições (NOFFAL, 2003; JAN; BENKALFATE; ROCHCONGAR, 2012; MOHSENI-BANDPEI et al., 2012), além de apresentar grandes números de saltos realizados por partida (SHEPPARD; GABBETT; STANGANELLI, 2009). Portanto, é de fundamental importância compreender o comportamento motor de crianças praticantes de voleibol nos diferentes estágios maturacionais.

O processo maturacional é caracterizado por modificações fisiológicas importantes que são mais consistentes na fase da adolescência, sendo essa fase dependente do gênero e estágio maturacional (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Portanto, o processo maturacional é definido como um estágio progressivo que reflete em alterações físicas e biológicas sobre o indivíduo de maneira sistemática e constante (CABRAL et al., 2015). Dessa forma, é essencial que a classificação maturacional seja inserida no contexto esportivo, uma vez que diferenças no desempenho foram observadas entre indivíduos com maturação avançada e seus pares “normais” e “atrasados” (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Adicionalmente, estudos apontam que a área de secção transversa do músculo, percentual de fibras do tipo 2 (LEXELL et al., 1992), massa magra (VANDEWALLE et al., 2014) e hormônios anabólicos (COLE et al., 2015) são ampliados no decorrer do processo de desenvolvimento. Diante do supracitado, a identificação do momento em que existem as alterações maturacionais é de fundamental importância para uma correta organização e prescrição do treinamento.

A maturação esquelética é considerada o melhor indicador isolado do estágio maturacional (MALINA; BOUCHARD, 2002). O padrão ouro para verificar a maturação esquelética é através da radiografia da mão e punho (MALINA et al., 2015), no entanto, esse meio apresenta alto custo, é pouco usual e expõe as crianças à radiação. Dessa forma, em decorrência da evolução e dinâmica do conhecimento é imprescindível a utilização de ferramentas com maior aplicabilidade prática com objetivo de identificar as qualidades e perfis físicos/fisiológicos de cada indivíduo, auxiliando assim os treinadores para uma tomada de decisão mais assertiva (ANFILO; SHIGUNOV, 2004). Diante disso, Cabral et al. (2013) desenvolveram uma equação preditiva de maturação esquelética com maior utilidade no contexto prático com objetivo de auxiliar os treinadores nas etapas de detecção, seleção

e orientação esportiva. Além disso, verificar o comportamento de indicadores de desempenho físico nos distintos estágios maturacionais apresentam grande importância no que tange as múltiplas particularidades que atuam sobre o desenvolvimento de atletas.

Portanto, o presente capítulo possui como objetivo analisar as implicações da maturação no desempenho físico de crianças praticantes de voleibol, especificamente no que diz respeito a potência muscular de membros superiores e salto vertical contra movimento.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1 PARTICIPANTES

Um total de 239 crianças (100 meninos e 139 meninas) com idades entre 10 e 14 anos praticantes da modalidade de voleibol foram recrutadas para a presente pesquisa. As crianças foram recrutadas em um projeto esportivo situado na região nordeste do Brasil (i.e., Natal – RN). Os critérios de inclusão estabelecidos foram: (i) a entrega do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o termo de assentimento livre e esclarecido (TALE). Por outro lado, como critérios de exclusão foram adotados os seguintes critérios: (i) crianças que exibisse qualquer limitação motora e cognitiva que impedisse a realização dos procedimentos da pesquisa. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CEP-UFRN), sob o parecer (protocolo nº1249937/2015) em consonância com a declaração de Helsinque (2002) e resolução nº 466/2012 do conselho nacional de saúde do Brasil.

2.2 PROCEDIMENTOS

Foram realizadas avaliações antropométricas e das capacidades físicas no mesmo dia. Inicialmente, as crianças foram direcionadas a uma sala padronizada e adequada para a realização das avaliações antropométricas. Dois pesquisadores com experiência prévia realizaram as avaliações (avaliador 1: dobra cutânea e diâmetro ósseo; avaliador 2: massa, estatura e perímetro). Posteriormente, as crianças foram direcionadas para a quadra de

treinamento, onde realizaram os testes físicos (i.e., arremesso de medicineball e salto vertical contra movimento).

2.2.1 Avaliação da idade óssea e maturação

Para avaliação da idade óssea foi utilizada um modelo preditor da idade óssea (CABRAL et al., 2013). A equação utiliza variáveis antropométricas para reconhecimento das alterações da idade óssea. Equação:

$$\text{Idade óssea} = -11,620 + 7,004 \times (\text{estatura}) + 1,226 \times \text{Dsexo} + 0,749 \times (\text{idade}) - 0,068 \times (\text{Tr}) + 0,214 \times (\text{Pcb}) - 0,588 \times (\text{Du}) + 0,388 \times (\text{Df})$$

Onde: Estatura é reportada em metros, Dsexo = 0 para o sexo masculino, Dsexo = 1 para o sexo feminino, idade é reportada em anos, Tr = dobra cutânea tricipital é reportada em milímetros, Pcb = perímetro corrigido de braço é reportado em centímetro, Du = diâmetro do úmero é reportado em centímetro e Df = diâmetro do fêmur é reportado em centímetro.

Para avaliação da estatura foi utilizado um estadiômetro com precisão de 0,1mm com escala de 0,5 centímetros (Sanny ES2020®). A massa corporal foi mensurada através de uma balança antropométrica (filizola® 110, com capacidade para 150 kg e divisões de 1/10 de kg e precisão de 100 gramas). A dobra cutânea do tríceps foi mensurada com a utilização de um adipômetro científico com precisão de 0,2mm (Harpenden®; Jon Bull Indicators Ltd.). O perímetro corrigido do braço foi mensurado com a utilização de uma fita antropométrica metálica com precisão de 0,1mm e os diâmetros ósseos do úmero e do fêmur foram mensurados com paquímetro antropométrico, ambos da marca Sanny®. Todos os procedimentos foram realizados por dois avaliadores e seguiram rigorosamente as diretrizes da International Society for Advancement in Kinanthropometry – ISAK (MARFELL-JONES; STEWART; OLDS, 2006).

Por fim, com objetivo de determinar o estágio maturacional das crianças, foi calculada a idade cronológica através da soma de todos os meses de vida, e em seguida foram divididos por 12 (número de meses em um ano). Após a determinação, foi realizada a subtração da idade óssea (IO) e da idade cronológica (IC) (IO-IC) e os valores foram estratificados e classificados em: inferiores a -1 (maturação acelerada), entre -1 < e > +1 (maturação adequada) e superiores a +1 (maturação atrasada) (MALINA; BOUCHARD, 2002).

2.2.2 Avaliação da potência muscular dos membros superiores e altura do salto vertical

A potência muscular dos membros superiores foi obtida através do teste de arremesso da *medicineball* de 2 Kg. O teste consiste em realizar o lançamento da *medicineball* o mais forte e rápido possível com os membros superiores com objetivo de alcançar a maior distância. Para isso, as crianças sentaram-se com a coluna em total contato com a parede e pernas completamente estendidas no solo. A *medicineball* foi posicionada na altura do osso esterno e em uma única ação com os membros superiores, as crianças arremessavam a *medicineball*. O procedimento foi realizado duas vezes e a maior distância foi usada para análise (SAFRIT, 1995).

A altura do salto vertical contra movimento foi obtida através de uma plataforma de contato conectada ao software Jump Test Pro 2.10 (Cefise®, São Paulo, Brasil). Para obtenção da medida as crianças foram aconselhadas a utilizar o auxílio dos braços e exercer um movimento descendente seguido de uma extensão completa das pernas. Foram realizados dois saltos com intervalo de dois minutos entre cada salto, e posteriormente foi utilizado o melhor resultado para análise (KOMI; BOSCO, 1978).

2.2.3 Análise estatística

Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov e o Z-score da assimetria e curtose. O teste de Kruskal-Wallis foi adotado com objetivo de comparar os diferentes estágios maturacionais. Uma correlação de Spearman e uma regressão linear foram adotadas com objetivo de verificar a relação entre as variáveis testadas. Por fim, foram adotados os limiares de (Cohen, 1988): < 0,1 trivial; 0,1-0,3 pequeno; 0,3-0,5 moderado; 0,5-0,7 forte; 0,7-0,9 muito forte; 0,9-0,99 quase perfeito; e 1,0 perfeito. Um nível de significância de $p < 0,05$ foi adotado para todas as análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 reporta os dados descritivos estratificados por gêneros. Foi observado que os meninos possuem idade óssea inferior quando comparados com as meninas. Em adição,

as meninas possuem massa corporal, estatura e IMC superiores quando comparados com os meninos. Por outro lado, não houve diferença significativa para a PMMS e SVCM entre os grupos.

Tabela 1. Análise descritiva estratificada por gênero.

	Meninos	Meninas	P-valor
IC (anos)	12,10±1,90	12,30±2,45	0,181
IO (anos)	11,10±3,15	12,50±4,63	0,001
Massa corporal (Kg)	38,30±17,60	43,05±16,25	0,011
Estatura (m)	1,47±0,14	1,52±0,15	0,006
IMC (Kg/m ²)	17,47±4,79	18,89±5,02	0,044
PMMS (m)	1,90±0,91	2,05±1,19	0,948
SVCM (cm)	25,10±8,5	25±9,03	0,256

IC = idade cronológica. IO = idade óssea. Kg = quilograma. m = metros. m² = metros quadrados. IMC = índice de massa corporal. PMSS = potência muscular de membros superiores. SVCM = salto vertical contra movimento. cm = centímetros.

As análises de correlação são reportadas na tabela 2. Foi observado uma forte relação linear positiva entre a idade óssea e a PMMS nos meninos ($r^2 = 36\%$) e meninas ($r^2 = 45\%$). Em relação ao SVCM, foi observado uma relação linear positiva moderada em meninos ($r^2 = 19\%$) e meninas ($r^2 = 16\%$).

Tabela 2. Correlação linear de Pearson entre a idade óssea e a PMMS e SVCM em ambos os gêneros.

	Meninos	Meninas
	r (r²)	r (r²)
PMMS (m)	0,602 (0,36)	0,703 (0,45)
SVCM (cm)	0,437 (0,19)	0,456 (0,16)

PMSS = potência muscular de membros superiores. m = metros. SVCM = salto vertical contra movimento. cm = centímetros. r = correlação.

Foi observado para SVCM que entre os meninos houve diferenças das crianças com maturação atrasada para as de maturação adequada e maturação acelerada, mas não entre as crianças com maturação adequada para as de maturação acelerada. Por outro lado, as meninas apresentaram diferenças das crianças com maturação atrasada para as de maturação acelerada e entre as crianças com maturação adequada para as de maturação

acelerada, mas não entre as crianças com maturação atrasada para as de maturação adequada (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de Kruskal-Wallis para comparação do SVCM entre os estágios maturacionais.

	Atrasado	Adequado	Acelerado
Meninos	22,90±4,80 [†]	27,20±8,15	32±14,50
Meninas	20,90±4,90 [†]	24±10 ^α	28±9

* = $p < 0,05$ entre atrasado e adequado. † = $p < 0,05$ entre atrasado e acelerado. α = $p < 0,05$ entre adequado e acelerado.

A tabela 4 reporta que para PMMS entre os meninos houve diferenças das crianças com maturação atrasada para os de maturação adequada ($p < 0,001$) e maturação acelerada ($p < 0,007$). Por outro lado, não foi observado diferenças entre as crianças com maturação adequada para as de maturação acelerada ($p > 0,05$). Em contrapartida, foi observado diferenças nas meninas entre as de maturação atrasada para as de maturação adequada ($p < 0,004$) e maturação acelerada ($p < 0,001$) e entre as de maturação adequada para as de maturação acelerada ($p < 0,001$).

Tabela 4. Teste de Kruskal-Wallis para comparação da PMMS entre os estágios maturacionais.

	Atrasado	Adequado	Acelerado
Meninos	1,68±0,45 [†]	2,18±1,06	2,93±2,44
Meninas	1,25±0,64 [†]	1,80±0,97 ^α	2,45±0,78

* = diferença entre atrasado e adequado. † = diferença entre atrasado e acelerado. α = diferença entre adequado e acelerado.

Em consonância com a literatura, as meninas apresentaram idade óssea superior à dos meninos, mesmo sem diferenças na idade cronológica, indicando um processo maturacional mais acelerado. Apesar de diversos fatores relacionarem-se à maturação, como a hereditariedade, o clima, o estado socioeconômico e nutricional (LITTLE; MALINA, 2007), o processo maturacional sofre grande influência do sexo, ocorrendo, em média, anteriormente nas meninas (MALINA, 2014), possivelmente devido à influência precoce da ação hormonal (SILVA et al., 2010). Tendo em vista a correlação entre a maturação e aspectos antropométricos como a massa corporal e, especialmente, a estatura (CABRAL et

al., 2013a), e que as meninas começam o “estirão” de crescimento em média dois anos antes dos meninos (MALINA, 2014), as diferenças antropométricas entre meninos e meninas em nossa amostra estão de acordo com a literatura. A estatura é um fator predominante no alto rendimento para o voleibol (GABBETT; GEORGIEFF, 2007; CABRAL et al., 2008), devendo ser considerada na seleção de talentos em conjunto à maturação.

A maturação se relaciona com aspectos de aptidão física no que diz respeito à saúde e ao desempenho em jovens. Em especial, a produção de força muscular se mostrou relacionada à maturação, possivelmente devido a mudanças estruturais e metabólicas como o aumento da massa muscular (BIASSIO; MATSUDO; MATSUDO, 2004), da área de secção transversa do músculo, a mudança na proporção do tipo de fibra muscular (LEXELL et al., 1992), melhor nível de ativação muscular voluntária (O'BRIEN et al., 2010) e aumento da produção de hormônios anabólicos (RAMOS et al., 1998; COLE et al., 2015). De fato, a maturação foi positivamente correlacionada a testes de força de membros superiores (arremesso de medicineball de 2kg e preensão manual), sendo seu efeito mediado pela massa corporal e massa magra estimada (LUZ et al., 2018).

Nossos resultados apontam para uma maior relação da maturação com a potência de membros superiores em comparação ao salto vertical, corroborando a estudos anteriores (CABRAL et al., 2013a; CABRAL et al., 2016). O processo maturacional tem papel significativo em tarefas que necessitam de força explosiva e coordenação (arremesso), possivelmente relacionado ao desenvolvimento neuromuscular (KATZMARZYK; MALINA; BEUNEN, 1997). Em contrapartida, enquanto que a massa corporal se relaciona positivamente com o teste de arremesso, pode ter um efeito adverso em atividades em que a massa corporal precisa ser mobilizada (por exemplo, no salto vertical) (BEUNEN et al., 1997; LUZ et al., 2018).

Nossos resultados indicaram que os meninos com maturação atrasada possuem desvantagem em relação aos seus pares com maturação adequada ou acelerada. Por outro lado, não existiu diferenças entre os meninos com maturação adequada e acelerada no que se refere ao SVCM e PMMS. Nas meninas, aquelas com maturação acelerada apresentaram vantagens em relação aos seus pares com maturação atrasada e adequada no SVCM. Em adição, as meninas com maturação atrasada possuem desvantagem em relação aos seus pares com maturação adequada ou acelerada na PMMS. Por fim, as meninas com maturação acelerada possuem vantagem em relação aos seus pares com maturação adequada na PMMS. De um modo geral, em grupos de atletas adolescentes de uma mesma idade, o *status* maturacional do grupo masculino tende a ser adequado-acelerado, enquanto

no feminino atrasado-adequado (MALINA, 2014). Entretanto, essa tendência parece ser esporte-dependente, visto que em atletas de ginástica de ambos os sexos são caracterizados por uma maturação atrasada (MALINA, 2013), enquanto em amostras com jogadores de voleibol predominou a presença de meninas com maturação acelerada (CABRAL et al., 2013a; CABRAL et al., 2016).

Apesar da importância do SVCM e da PMMS no desempenho de jovens atletas de voleibol, esses testes devem fazer parte de uma avaliação maior que inclua outros aspectos relevantes para a prática. Além disso, a execução de habilidades específicas do esporte é tão importante quanto os aspectos fisiológicos e antropométricos para a identificação de talentos em jovens jogadores de voleibol (GABBETT; GEORGIEFF; DOMROW, 2007).

Os resultados deste estudo devem ser interpretados à luz de suas limitações, especialmente o desenho transversal que impede a inferência de causa-efeito. Entretanto, as avaliações aplicadas em nosso estudo são acessíveis para os clubes de voleibol, podendo ser utilizados dentro do contexto esportivo para a detecção de talentos e planejamento dos treinamentos.

4. CONCLUSÃO

Foi observado que a idade óssea apresenta uma forte correlação com a potência muscular de membros superiores e moderada correlação com a altura do salto vertical contra movimento em crianças de ambos os sexos. Adicionalmente observa-se que, crianças que apresentam maturação acelerada possuem maior nível de potência muscular quando comparadas ao grupo com maturação atrasada. Portanto, é de fundamental importância uma avaliação detalhada do estágio maturacional nas crianças que praticam esportes, com objetivo de planejar, organizar e orientar o treinamento, e auxiliar os treinadores no processo de seleção e orientação esportiva.

4. REFERÊNCIAS

ANFILO, M.A.; SHIGUNOV, V. Reflexões sobre o processo de seleção e preparação de equipes: O caso da seleção brasileira masculina de voleibol infanto-juvenil. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 6, n. 1, p. 17–25, 2004.

- BEUNEN, G.P.; MALINA, R.M.; LEFEVRE, J.; CLAESSENS, A.L.; RENSON, R.; KANDEN EYNDE B.; et al. Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. **International Journal of Sports Medicine**, v. 18, n. 6, p. 413-9, 1997.
- BIASSIO, L.G.; MATSUDO, S.M.M.; MATSUDO, V.K.R. Impacto da menarca nas variáveis antropométricas e neuromotoras da aptidão física, analisado longitudinalmente. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 12, n. 2, p. 97-101, 2004.
- CABRAL, B.G.A.T.; AIDAR, F.J.; GAMA, D.M.; PINTO, V.C.M.; RODRIGUES, L.B.; ZACARKIM, M.R.; et al. Correlação de diferentes protocolos para verificação da idade óssea em crianças. **Motricidade**, v. 11, n. 1, p. 44-48, 2015.
- CABRAL, B.G.A.T.; CABRAL, S.A.T.; BATISTA, G.R.; FERNANDES FILHO, J.; KNACKFUSS, M.I. Somatotipia e antropometria na seleção brasileira de voleibol. **Revista de desporto e saúde**, v. 4, n. 2, p. 67-72, 2008.
- CABRAL, B.G.A.T.; CABRAL, S.A.T.; VITAL, R.; LIMA, K.C.; ALCANTARA, T.; REIS, V.M.; et al. Equação preditora de idade óssea na iniciação esportiva através de variáveis antropométricas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 2, p. 99-103, 2013.
- CABRAL, B.G.A.T.; CABRAL, S.A.T.; MEDEIROS, R.M.; ALCANTARA, T.; DANTAS, P.M.S. Relação da maturação com a antropometria e aptidão física na iniciação desportiva. **Motricidade**, v. 9, n. 4, p. 12-21, 2013a.
- CABRAL, S.A.T.; CABRAL, B.G.A.T.; PINTO, V.C.M.; ANDRADE, R.D.; BORGES, M.V.O.; DANTAS, P.M.S. Relação da idade óssea com antropometria e aptidão física em jovens praticantes de voleibol. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 38, n. 1, p. 69-75, 2016.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2ª ed. Londres: Routledge, 1988.
- COLE, T.J.; AHMED, M.L.; PREECE, M.A.; HINDMARSH, P.; DUNGER, D.B. The relationship between Insulinlike Growth Factor 1, sex steroids and timing of the pubertal growth spurt. **Clinical Endocrinology**, v. 82, n. 6, p. 862-869, 2015.
- GABBETT, T.; GEORGIEFF, B. Physiological and anthropometric characteristics of australian junior national, state, and novice volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 902-908, 2007.
- GABBETT, T.; GEORGIEFF, B.; DOMROW, N. The use of physiological, anthropometric, and skill data to predict selection in a talent-identified junior volleyball squad. **J Sports Sci**, v. 25, n. 12, p. 1337-1344, 2007.
- JAN, J.; BENKALFATE, T.; ROCHCONGAR, P. The impact of recurrent dislocation on shoulder rotator muscle balance (a prospective study of 102 male patients). **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 55, p. 404-414, 2012.
- KATZMARZYK, P.T.; MALINA, R.M.; BEUNEN, G.P. The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. **Annals of Human Biology**, v. 24, n. 6, p. 493-505, 1997.
- KOMI, P.V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Medicine and science in sports**, v. 10, n. 4, p. 261-265, 1978.

LEXELL, J.; SJÖSTRÖM, M.; NORDLUND, S.; TAYLOR, C. C. Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age. **Muscle & nerve**, v. 15, n. 3, p. 404–409, 1992.

LIDOR, R.; ZIV, G. Physical characteristics and physiological attributes of adolescent volleyball players - A review. **Pediatric Exercise Science**, v. 22, p. 114-134, 2010.

LITTLE, B.B.; MALINA, R.M. Gene-environment interaction in skeletal maturity and body dimensions of urban Oaxaca Mestizo schoolchildren. **Annals of Human Biology**, v. 34, n. 2, p. 216–225, 2007.

LUZ, L.G.O.; LUZ, T.D.D.; SANTOS, J.V.; DUARTE, J.P.; SEABRA, A.F.T.; PADEZ, C.; et al. Biological maturation and muscular strength: Mediation analysis in prepubescent girls. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 3, p. 192-196, 2018.

MALINA, R.M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 85, n. 2, p. 157-173, 2014.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. São Paulo: Phorte, 2009.

MALINA, R.M.; ROGOL, A.D.; CUMMING, S.P.; COELHO, M.J.; FIGUEIREDO, A.J. **Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications**, v. 49, p. 852–859, 2015.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: Do crescimento à maturação**. São Paulo: Roca, 2002.

MARFELL-JONES, M.; STEWART, A.; OLDS, T. **Kinanthropometry IX: Proceedings of the 9th International Conference of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry**. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. Potchefstroom, South Africa: Routledge, 2006.

MOHSENI-BANDPEI, M.A.; KESHAVARZ, R.; MINOONEJHAD, H.; MOHSENI FAR, H.; SHAKERI, H. Shoulder pain in Iranian elite athletes: The prevalence and risk factors. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 35, p. 541–548, 2012.

NOFFAL, G.J. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. **American Journal of Sports Medicine**, v. 31, p. 537–541, 2003.

O'BRIEN, T.D.; REEVES, N.D.; BALZANOPOULOS, V.; JONES, D.A.; MAGANARIS, C.N. In vivo measurements of muscle specific tension in adults and children. **Experimental Physiology**, v. 95, n. 1, p. 202–210, 2010.

RAMOS, E.; FRONTERA, W.R.; LLOPART, A.; FELICIANO, D. Muscle strength and hormonal levels in adolescents: Gender related differences. **International Journal of Sports Medicine**, v. 19, p. 526–531, 1998.

SAFRIT, M.J. **Complete guide to youth fitness testing**. Champaign: Human Kinetics, 1995.

SHEPPARD, J.M.; GABBETT, T.J.; STANGANELLI, L.C.R. An Analysis of Playing Positions in Elite Men's Volleyball: Considerations for Competition Demands and Physiologic

Characteristics. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 6, p. 1858–1866, 2009.

SILVA, D.A.S.; PELEGRINI, A.; PETROSKI, E.L.; GAYA, A.C.A. Comparison between the growth of Brazilian children and adolescents and the reference growth charts: Data from a Brazilian project. **Jornal de Pediatria**, v. 86, n. 2, p. 115–120, 2010.

VANDEWALLE, S.; TAES, Y.; FIERS, T.; TOYE, K.; VAN CAENEGEM, E.; ROGGEN, I.; et al. Associations of sex steroids with bone maturation, bone mineral density, bone geometry, and body composition: a cross-sectional study in healthy male adolescents. **The Journal of clinical endocrinology and metabolism**, v. 99, n. 7, p. 1272–1282, 2014.

IDADE BIOLÓGICA E IDADE CRONOLÓGICA: DIFERENÇAS PARA O PROCESSO DE DETECÇÃO DE TALENTOS

Matheus Dantas, Rui Barboza Neto, Victor Sabino de Queiros, Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral e Paulo Moreira Silva Dantas

RESUMO

Entender o processo de maturação é levar em conta a individualidade biológica das crianças no processo de detecção de talentos. Portanto, o presente estudo tem como objetivo verificar a relação da idade óssea e da idade cronológica com as capacidades físicas de jovens atletas. 239 crianças, entre 07 e 14 anos de idade participantes de iniciação esportiva do município de Natal foram recrutadas para participar do estudo. Foram realizadas avaliações antropométricas e testes de capacidades físicas. As meninas apresentaram maior idade óssea, menor estatura e menor massa corporal, assim como pior desempenho de agilidade. As correlações de idade óssea e idade cronológica apresentaram resultados semelhantes. A correlação parcial utilizada no controle da idade cronológica demonstrou valores significantes para todas as capacidades físicas, exceto a força explosiva de membros inferiores nas meninas. É possível concluir que a relação entre as capacidades físicas avaliadas e as idades óssea e cronológica apresentam resultados semelhantes para ambos os sexos, e que a idade óssea apresenta maior relação com as variáveis de força do que com as variáveis que envolvem coordenação.

Palavras-chave: Idade biológica, Idade cronológica e Jovens.

ABSTRACT

To understand the maturation process is to take into account the biological individuality of children in the talent detection process. Therefore, the present study aims to verify the relationship between bone age and chronological age with the physical capabilities of young athletes. 239 children, between 07 and 14 years of age participating in sports initiation in the city of Natal were recruited to participate in the study. Anthropometric assessments and physical capacity tests were performed. The girls had higher bone age, shorter stature and lower body mass, as well as worse agility performance. The correlations of bone age and chronological age showed similar results. The partial correlation used to control chronological age showed significant values for all physical capacities, except for the explosive strength of lower limbs in girls. It is possible to conclude that the relationship between the physical capacities evaluated and the bone and chronological ages show similar results for both sexes, and that the bone age has a greater relationship with the strength variables than with the variables that evolve coordination.

Keywords: Biological age, Chronological age and Youth.

1. INTRODUÇÃO

Para o melhor processo de detecção, seleção e promoção de talentos é necessário considerar a individualidade biológica do jovem atleta. As características individuais podem ter grande influência no desenvolvimento esportivo. Portanto, os estudos têm dado grande relevância a características biológicas e físicas. Dentre elas, a maturação corresponde a um fator de grande influência no esporte e que é determinante para a seleção de jovens nas modalidades esportivas (CABRAL et al., 2013).

O processo de maturação se relaciona com tempo de reação, força, velocidade com mudança de direção e com a velocidade (ULBRICH et al., 2007; CABRAL et al., 2013; SOUZA, 2016). Entendendo que a maturação influencia capacidades primordiais para a prontidão esportiva, compreender o fenômeno pode reduzir os erros na busca por novos talentos (CABRAL et al., 2015). O padrão ouro para a avaliação da maturação é o raio-x de mão e punho, porém é um método de alto custo financeiro e que submete crianças a radiação (MALINA et al., 2015). Pensando nisso Cabral (2011) desenvolveu uma equação de baixo custo e fácil aplicabilidade que prediz a idade óssea em crianças de 8 a 14 anos afim de facilitar a utilização da maturação nos processos de detecção, seleção e promoção de talentos.

A identificação da idade biológica (e.g., idade óssea) é importante pois o seu desenvolvimento ao longo dos anos pode não acompanhar a idade cronológica. Portanto, crianças de mesma faixa etária podem estar em diferentes momentos do processo maturacional (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Assim, em uma mesma categoria podem existir crianças com processo maturacional avançado e outras crianças com processo maturacional tardio.

Afim de auxiliar a atuação de professores no processo seleção, orientação e promoção na iniciação esportiva, esse estudo se propõe a evidenciar a relação de capacidades físicas, Idade cronológica e a idade Óssea.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Este estudo é de caráter transversal com tipologia descritivo-correlacional. Foram realizadas avaliações antropométricas, testes de potência de membros inferiores, membros superiores, velocidade de membros superiores e agilidade. O estudo teve como

critério de inclusão a entrega do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o termo de assentimento, participação em programas de treinamento para jovens atletas e a ausência de lesão nos últimos 6 meses. A pesquisa seguiu todas as normas aprovadas em comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (protocolo nº12249937/2015) em consonância com a declaração de Helsinque (2002) e resolução nº 466/2012 do conselho nacional de saúde do Brasil).

2.1 PARTICIPANTES

239 crianças (para descrição, ver tabela 1), 138 meninas e 101 meninos, foram recrutadas para participar do estudo de forma não-probabilística e intencional.

2.2 ANTROPOMETRIA

A avaliação antropométrica abrangeu a estatura, avaliada com estadiômetro (Sanny ES2020®) com escala de 0,5 centímetros; massa corporal, avaliada por meio de uma balança eletrônica (filizola® 110, com capacidade para 150 kg e divisões de 1/10 de kg e precisão de 100 gramas); Circunferência de braço aferida com trena antropométrica metálica da marca Sanny; Diâmetro de Úmero e Fêmur utilizando o paquímetro antropométrico da marca Sanny; e dobra cutânea tricipital com auxílio do compasso de dobras cutâneas da marca Harpenden® (Jon Bull Indicators Ltd.) com precisão de 0,2mm. Todos os procedimentos foram realizados por um único avaliador e seguiram rigorosamente as diretrizes da International Society for Advancement in Kinanthropometry – ISAK (MARFELL-JONES et al., 2006).

2.3 IDADE CRONOLÓGICA

Para o cálculo da idade cronológica se utilizou a soma de todos os meses de vida do indivíduo a partir do seu nascimento até o dia da realização do teste com uma seguinte divisão por 12. (MALINA; BOUCHARD, 2002)

2.4 IDADE ÓSSEA

A idade óssea foi calculada através do protocolo descrito por Cabral (2011), conforme descrito no quadro 1.

Quadro 1. Protocolo descrito por Cabral (2011).

$$\text{Idade Óssea} = -11,620 + 7,004 (\text{estatura}) + 1,226 (\text{Dsexo}) + 0,749 (\text{idade}) - 0,068 (\text{Tr}) + 0,214 (\text{Pcb}) - 0,588 (\text{Du}) + 0,388 (\text{Df}).$$

Onde: Estatura (cm); para o Masculino Dsexo = 0, para o Feminino Dsexo = 1; a Idade Cronológica em Anos; (Tr) Dobra Cutânea Tricipital; (Pcb) Perímetro Corrigido de Braço; (Du) Diâmetro de Úmero; (Df) Diâmetro de Fêmur.

2.5 FORÇA EXPLOSIVA DE MEMBROS INFERIORES (FEMI)

Para mensuração da força explosiva de membros inferiores foi empregado o teste de salto com Contramovimento sem auxílio dos braços em uma plataforma de contato Cefise® conectada ao software Jump Test Pro 2.10. foram realizados dois saltos com intervalo de dois minutos e computado o melhor resultado (KOMI; BOSCO, 1978)

2.6 Força explosiva de membros superiores (FMMSS)

Para a avaliação da força explosiva de membros superiores foi utilizado o teste de arremesso de medicine ball com uma bola de 2 kg. A medição ocorreu com o ponto zero da trena fixada junto à parede. O aluno senta-se com os joelhos estendidos, as pernas unidas e as costas completamente apoiadas à parede. Segura-se a medicine ball junto ao peito com os cotovelos flexionados e ao sinal do avaliador o aluno deverá lançar a bola a maior distância que conseguir e no momento que a bola tocar a primeira vez o chão será demarcado. Foram feitos dois arremessos com intervalo de dois minutos e computado o melhor resultado (GAYA; SILVA, 2007).

2.7 Velocidade de membros superiores

Para verificar a velocidade de membros superiores foi utilizado o teste de golpeio de placa inserido na bateria de teste da EUROFIT. O teste foi realizado com a presença de dois avaliadores, um para a contagem do tempo e outro para contagem dos ciclos. O indivíduo ficou em pé, em frente a uma mesa com altura regulável na altura da cintura. Sobre a mesa foram colocados dois discos a uma distância de 80 centímetros com um

retângulo entre os mesmos, todos fixados horizontalmente a mesa. A mão não dominante do indivíduo ficou parada em cima do retângulo e a mão dominante no círculo oposto ao lado da mesma. Ao sinal, sem mexer a mão do retângulo, o indivíduo realizou 25 ciclos batendo com a mão dominante no outro círculo e voltando ao inicial com a maior velocidade possível. Cada vez que uma das placas não fosse batida o avaliador aumentava um ciclo. Para o teste de golpeio de placas, foi utilizado um cronômetro digital marca Starflex e material emborrachado para marcação. Para efeito de análise foi utilizado o melhor desempenho no teste após duas testagens com intervalo de dois minutos entre cada (CONSELHO DA EUROPA, 1990).

2.8 AGILIDADE

Para a agilidade foi utilizado o teste T conforme descrito por Pauole et al. (2000), que corresponde ao deslocamento em formato de T, sendo 10 metros retilíneos, chegando ao centro, 5 metros a direita, 10 metros a esquerda, 5 metros a direita e retorna à posição inicial voltando 10 metros. A marcação do tempo foi registrada através de uma fotocélula da marca Cefise®, posicionada no ponto de partida que correspondia também ao ponto de chegada. O indivíduo realizou o teste duas vezes com descanso de 2 minutos entre eles. Foi registrado os dois resultados e levado para tratamento estatístico o de menor tempo.

2.9 PROCEDIMENTOS

O processo de coletas durou 3 dias no qual o 1º dia foi reservado para a avaliação antropométrica; o 2º dia houve a aplicação dos testes de força explosiva de membros superiores e agilidade; e o 3º dia para os testes de força explosiva de membros inferiores e velocidade de membros superiores. A avaliação antropométrica aconteceu em uma sala reservada para o procedimento e os testes físicos em espaço aberto.

2.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi analisado o pressuposto de normalidade através do teste Kolmogorov-Smirnov seguido de análise descritiva de mediana com a aplicação do teste Mann-Whitney U para amostras independentes na comparação entre os sexos. A análise seguiu com a aplicação da correlação de Spearman e com a correlação parcial nos quais foram adotados o

$p < 0,05$. (Onde r : 0 a 0,3= desprezível; 0,3 a 0,5= fraca; 0,5 a 0,7= moderada; 0,7 a 0,9= forte; e 0,9 a 1= muito forte.) Para a realização da análise estatística foi utilizado o pacote de dados SPSS 20.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 nos reporta valores de tendência central estratificados entre os sexos. Foi verificado diferença estatística na idade óssea, agilidade, massa corporal e estatura ($p < 0,05$). A literatura aborda sobre o relógio biológico feminino ser mais acelerado que o dos meninos, assim elas alcançam a puberdade mais cedo do que eles e tendem a ter uma idade óssea mais avançada no início da adolescência (MACHADO; BARBANTI, 2007; ROGOL; ROEMMICH; CLARK, 2002). Porém se sabe que o período púbere diferencia os sexos, quando os meninos começam a ter um aumento de produção do hormônio testosterona causando o aumento expressivo da força muscular e as meninas o aumento da produção do hormônio estradiol que causa o acúmulo de massa gorda em algumas regiões do corpo e é um dos responsáveis pela menarca. Assim, as meninas por serem mais avançadas estariam com acúmulo de massa gorda e influenciaria o seu desempenho de velocidade.

Tabela 1. Análise descritiva da amostra por sexo.

	Meninas		Meninos		P
	Mediana	II	Mediana	II	
IC	12,3	±2,50	12,1	± 1,90	0,181
IO	12,5	±4,65	11,1	± 3,15	0,001
FEMS	2,05	±1,17	1,9	± 0,91	0,948
FEMI	25	±9,00	25,1	± 8,55	0,256
VMS	15,72	±3,54	15,16	± 4,56	0,91
AGILIDADE	12,31	±4,41	10,67	± 4,40	0,000
PESO	39,1	±14,65	45,1	±18,85	0,000
ESTATURA	1,44	±0,09	1,53	±0,16	0,000

Nota: IC: Idade cronológica; IO: Idade óssea; FEMS: Força explosiva de membros superiores; FEMI: Força explosiva de membros inferiores; VMS: Velocidade de membros superiores; II: Intervalo Interquartil.

A tabela 2, se tratando dos meninos, nos mostra uma correlação significativa em todas as capacidades condicionantes, exceto a VMMSS, com a idade óssea. Já a idade cronológica possui significância com a FEMS, VMMSS e FEMI. Com as meninas, a idade óssea se assemelha aos dos meninos e a idade cronológica não se relaciona significativamente com a VMMSS.

Tabela 2. Correlação de Spearman entre a idade óssea e as capacidades condicionantes em ambos os sexos.

		Meninos					
		IC	IO	FEMS	FEMI	VMMSS	Agilidade
IC	r	1,000	,786	,534	,448	-,196	,116
	Sig		,000	,000	,000	,050	,247
IO	r	,786	1,000	,602	,437	-,009	,302
	Sig	,000		,000	,000	,931	,002
		Meninas					
		IC	IO	FEMS	FEMI	VMMSS	Agilidade
IC	r	1,000	,831	,590	,398	-,142	,044
	Sig		,000	,000	,000	,098	,609
IO	r	,831	1,000	,703	,456	,014	,266
	Sig	,000		,000	,000	,87	,002

IO: Idade óssea; IC: Idade cronológica; FEMS: força explosiva de membros superiores; FEMI: Força explosiva de membros inferiores; VMMSS: velocidade de membros superiores

A tabela 2 nos mostra uma relação bem semelhante das capacidades condicionantes com a IO e a IC, na qual a FEMS possui uma correlação moderada para os meninos e forte para as meninas e a FEMI possui uma correlação fraca para ambos os sexos, corroborando com estudo de Cabral et al. (2013) que também afirma que a evolução do desempenho motor, na infância e na adolescência está indiscutivelmente associada aos processos de crescimento e maturação. Em estudo longitudinal de Biassio, Matsudo e Matsudo (2004) observou que modificações antecedem e sucedem a menarca como o aumento do peso corporal, força de membros inferiores, mas principalmente a força de membros superiores. Já a VMMSS e a agilidade apresentaram uma correlação desprezível para ambos os sexos, exceto a agilidade com a idade óssea dos meninos que foi fraca, mas pelo teste ser analisado através do tempo de execução, a hipótese do estudo era de uma correlação negativa entre eles. Essa baixa relação da VMMSS e da agilidade podem ser explicados com base em fatores como a coordenação motora que pode sofrer um déficit no período púbere devido ao pico de crescimento em estatura que não é acompanhada na mesma velocidade pelo desenvolvimento neural, mas que seguidamente se equilibrará com os aspectos somáticos. Essa desordem dificulta a ação nos testes tanto da agilidade, por ser uma capacidade dependente da coordenação motora, quanto da ação no golpeio de placas já que segundo Santos (2009) o golpeio de placas também é dependente da coordenação motora.

A tabela 3 apresenta a correlação entre a idade óssea e as variáveis físicas quando controlando a idade cronológica para os meninos. Para as meninas, se viu correlação para a FEMS, VMMSS e Agilidade. A tabela 3, ao controlar a IC, mostra que há significância da maturação em todas as capacidades físicas dos meninos e em todas, exceto a FEMI, nas meninas, porém com baixa relação. O teste de avaliação de força de membros inferiores também é dependente da composição corporal das meninas que começam a passar por um maior acúmulo da massa gorda podendo causar um nivelamento entre elas, já que as que tem menos força também tem menos peso por serem menos maturadas. A tabela 3 também reafirma estudo de Cabral (2011) no qual ele aborda sobre os membros superiores terem mais relação com a maturação do que os membros inferiores, que sofrem mais influências de outros fatores como, por exemplo, a genética.

Tabela 3. Correlação parcial controlando a idade cronológica.

			Meninos				
VC			IO	FEMS	FEMI	VMMSS	Agilidade
IC	IO	r	1,000	,411	,233	,276	,392
		Sig		,000	,020	,006	,000
		N	98				
			Meninas				
VC			IO	FEMS	FEMI	VMMSS	Agilidade
IC	IO	r	1,000	,442	,122	,184	,435
		Sig		,000	,156	,032	,000
		N	134				

IC: Idade cronológico; IO: Idade óssea; FEMS: Força explosiva de membros superiores; FEMI: Força explosiva de membros inferiores; VMS: Velocidade de membros superiores; VC: Variável controlada

4. CONCLUSÃO

É possível concluir que a relação entre as capacidades físicas avaliadas e as idades óssea e cronológica apresentam resultados semelhantes para ambos os sexos, e que a idade óssea apresenta maior relação com as variáveis de força do que com as variáveis que evoluem coordenação, o que pode levar a acreditar que a maturação apresenta maior relação com a força explosiva de membros superiores e inferiores nas crianças em desenvolvimento. Portanto, é necessário que no processo de iniciação esportiva seja levado em consideração pelos professores as diferentes variáveis que podem influenciar o desempenho do jovem esportista, como fatores intrínsecos e extrínsecos do indivíduo e

não resultados imediatos de testes de capacidades físicas ou variáveis antropométricas. Os resultados apontam para sugestões de estudos de caráter longitudinal que possam avaliar o nível de ganho de força de acordo com o avanço do processo maturacional.

5. REFERÊNCIAS

BIASSIO, L. G.; MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Impacto da menarca nas variáveis antropométricas e neuromotoras da aptidão física, analisando longitudinalmente. **Rev Bras Cienc E Mov**, v. 12, n. 2, p. 97–101, 2004.

CABRAL, B. G. D. A. T. **Associação entre idade óssea, maturação, aptidão física e antropometria em praticantes de voleibol de 8 a 14 anos.** (Tese) Doutorado - Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Porto, 2011.

CABRAL, B. G. D. A. T.; CABRAL, S. D. A. T.; MEDEIROS, R. M.; ALCATARA, T.; DANTAS, P. M. S. Relação da maturação com a antropometria e aptidão física na iniciação desportiva. **Motricidade**, v. 9, n. 4, p. 12-21, 2013.

CABRAL, B. G. D. A. T.; CABRAL, S. D. A. T.; VITAL, R.; LIMA, K. C.; ALCANTARA, T.; REIS, V. M.; et al. Equação preditora de idade óssea na iniciação esportiva através de variáveis antropométricas. **Rev Bras Med Esporte**, v. 19, n. 2, p. 99–103, 2013.

CABRAL, B. G. D. A. T.; DANTAS, R. P. N. C.; SIMÕES, T. B. S.; PINTO, V. C. M. Antropometria e maturação em jovens esportistas. **XIX Congresso Brasileiro de Ciências Do Esporte/ COBRACE- VI Congresso Internacional de Ciências Do Esporte/ CONICE, (COBRACE)**, 2015.

CONSELHO DA EUROPA. **Comissão para o desenvolvimento do desporto: Manual para os testes EUROFIT de aptidão física.** Lisboa: Ministério da Educação, 1990.

GAYA, A.; SILVA, G. **Projeto esporte Brasil: manual de aplicação de medidas e testes, normas e critérios de avaliação.** Porto Alegre: Proesp-BR, 2007.

KOMI, P. V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Medicine and Science in Sports**, v. 10, n.4, p. 261-265, 1978.

MACHADO, D. R. L.; BARBANTI, V. J. Maturação esquelética e crescimento em crianças e adolescentes. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, v. 9, p. 12–20, 2007.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação.** São Paulo: Rocca, 2002.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física.** São Paulo: Phorte, 2009.

MALINA, R. M.; ROGOL, A. D.; CUMMING, S. P.; COELHO, M. J.; FIGUEIREDO, A. J. Biological maturation of youth athletes : assessment and implications. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 13, p. 852–859, 2015.

MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWART, A.; CARTER, L. **International standards for anthropometric assessment-ISA**. South Africa: Potchefstroom, 2006.

MAZZUCO, M. A. **Relação entre maturação e variáveis antropométricas, fisiológicas e motoras em atletas de futebol de 12 a 16 anos**. (Dissertação) Mestrado em Educação Física - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

PAUOLE, K., MADOLE, K., GARHAMMER, J., LACOURSE, M., & ROZENEK, R. Reliability and Validity of the T-Test as a Measure of Agility , Leg Power, and Leg Speed in College-Aged Men and Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 14, n. 4, p. 443-450, 2000.

ROGOL, A. D.; ROEMMICH, J. N.; CLARK, P. A. Growth at Puberty. **Journal of Adolescent Health**, v. 31, p. 192–200, 2002.

SANTOS, M. B. **Impacto de um programa de intervenção motora no desempenho de escolares, na execução do teste de agilidade de membros superiores - Golpeio de placas**. (Tese) Mestrado em Ciências do Movimento Humano - Universidade do estado de Santa Catarina, 2009.

SOUZA, F. E. S. **Relação do tempo de reação com as capacidades condicionais e idade óssea em diferentes estágios maturacionais**. (Dissertação) Mestrado em Educação Física - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

ULBRICH, A. Z.; BOZZA, R.; MACHADO, H. S.; MICHELIN, A.; VASCONCELOS, I. Q. A.; NETO, A. S.; et al. Aptidão física em crianças e adolescentes de diferentes estágios maturacionais. **Fit Perf J.**, v. 6, n. 5, p. 277–282, 2007.

COMPARAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO E CRESCIMENTO HUMANO ENTRE JOVENS COM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO BIOLÓGICA

**Vanessa Carla Monteiro Pinto, Paulo Francisco de Almeida-Neto, Felipe José Aidar e
Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral**

RESUMO

Fatores intrínsecos como a maturação biológica (MB) podem influenciar de forma significativa os indicadores de desempenho e crescimento humano (IDCH) em jovens que vivenciam a puberdade. Deste modo, o presente estudo teve por objetivo comparar os IDCH em jovens entre 10 a 13 anos em diferentes estágios de MB. Amostra composta por 89 sujeitos de ambos os sexos. Foram coletados dados antropométricos, dosagens hormonais de testosterona e estradiol, testes de desempenho de força de membros superiores e inferiores. A MB foi verificada pelo método de Tanner. As meninas foram superiores aos meninos em peso corporal ($p=0,023$), estatura ($p=0,018$) e percentual de gordura ($p=0,001$). Os meninos foram superiores as meninas no rendimento motor para a potência 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 potência de membros superiores (estágio III e IV versus I). Os indicadores de crescimento, peso e estatura, bem como a potência de membros superiores foram mais elevados nas meninas em estágios maturacionais mais avançados. Conclui-se que, meninas com estágio maturacional avançado são superiores em indicadores de crescimento humano, e que os meninos são superiores as meninas em relação a indicadores de desempenho humano.

Palavras-chave: Crescimento, Jovens e Maturação Biológica.

ABSTRACT

Intrinsic factors such as biological maturation (BM) can significantly influence human performance and growth indicators (HPGI) in young people experiencing puberty. Thus, the present study aimed to compare the HPGI in young people between 10 and 13 years in different stages of BM. Sample composed of 89 subjects of both sexes. Anthropometric data, hormonal testosterone and estradiol dosages, upper and lower limbs strength performance tests were collected. BM was verified by Tanner's method. Girls were superior to boys in body weight ($p=0.023$), height ($p=0.018$) and fat percentage ($p=0.001$). The boys were superior to the girls in motor performance for upper ($p=0.005$) and lower ($p=0.011$) and upper limbs power ($p=0.014$). Regarding the maturational stage, the boys did not present differences in

any variable analyzed; while girls in more advanced maturational stages presented higher values for weight (stage V versus I), height (stage III, IV and V versus I) and upper limbs power (stage III and IV versus I). The indicators of growth, weight and height, as well as the potency of the upper limbs were higher in girls in more advanced maturational stages. It is concluded that girls with advanced maturational stage are superior in indicators of human growth, and that boys are superior to girls in relation to human performance indicators.

Keywords: Growth, Youth and Biological maturation.

1. INTRODUÇÃO

Os elementos da aptidão física são utilizados como indicadores de desempenho humano (IDH) e fornecem parâmetros que auxiliam na classificação do desempenho motor e da saúde física de indivíduos de todas as faixas etárias (VEDUL-KJELSÅS et al., 2011; SPESSATO et al., 2013). Neste sentido, indivíduos que apontam altos níveis de IDH são naturalmente mais ativos fisicamente, o que além de auxiliar na prevenção de doenças como a obesidade, fornece experiências motoras que irão influenciar na melhora do desempenho motor (VANDORPE et al., 2011). Em adição, em crianças e adolescentes devido as mudanças corporais decorrentes da puberdade, se faz necessário analisar indicadores de crescimento humano, para a elaboração de estratégias que possibilitem de maneira mais adequada a aderência a prática de atividade física (GOUVEA et al., 2016).

Vale ressaltar que durante a puberdade ocorre a maturação biológica, que se trata de um conjunto de fatores genéticos que acontecem no decorrer da vida humana (ORTEGA et al., 2008). A maturação pode ser classificada em três estágios distintos em relação a idade cronológica, são eles: atrasado, normal e acelerado (MALINA; BOUCHARD, 2002). Durante a adolescência, o estágio maturacional acelerado reflete no potencial de crescimento corporal, na força e potência muscular quando comparados aos indivíduos com desenvolvimento biológico atrasado (GANTOIS et al., 2017). No entanto, com o avanço da idade cronológica estas distinções tendem a ser reduzidas e/ou eliminadas e podem cooperar para a redução da participação em atividades esportivas pelos adolescentes (MALINA et al., 2015).

O que torna imprescindível a análise da maturação biológica paralela a análise dos indicadores de desempenho e crescimento humano (IDCH) (MALINA; BOUCHARD, 2002). Entre os métodos correntemente empregados na avaliação da maturação biológica temos a análise do pico da velocidade do crescimento, maturação sexual, avaliação de níveis

hormonais, e idade óssea, a qual é considerado padrão ouro para a avaliação dos níveis maturacionais de crianças e adolescentes (PYLE; WATERHOUSE; GREULICH, 1971). Considerando que o período da puberdade tem ligação forte com os níveis hormonais (GOSWAMI et al., 2014). A maturação sexual passa a ser influenciada por diversas alterações no sistema endócrino, sobretudo pela ativação do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal que estimula a liberação progressiva de androgênios, como a testosterona, e pela ativação do eixo hipotálamo-hipófise-ovário o que resulta na produção de estrogênio (BALDARI et al.,2009).

Comenta-se que os altos níveis de concentração hormonal durante o processo de puberdade retratam a relação linear com desempenho motor dos adolescentes e é recomendado análise em conjunto com outros parâmetros associados ao crescimento e desenvolvimento motor desta população (LOWE; BALTGALVIS; GREISING, 2010). Dessa forma, o objetivo principal deste estudo, está centrado em comparar os IDCH em jovens entre 10 a 13 anos em diferentes estágios de maturação biológica.

2. MATERIAIS E MÉTODO

A pesquisa se teve uma abordagem transversal, e sua amostra foi constituída de forma intencional, composta por 89 escolares de ambos os sexos (45 meninos e 44 meninas), com faixa etária entre 10 e 14 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/estatura) (SPESSATO et al., 2013). 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. (1988) Todos os procedimentos foram realizados por um único avaliador e seguiram rigorosamente as diretrizes da International Society for Advancement in Kinanthropometry – ISAK (MARFELL-JONES et al., 2006).

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 Tanner (1962), 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 Matsudo e Matsudo (DUKE; LITT; GROSS, 1980).

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 movimento (EUROFIT,1993), 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 2 kg, no qual, o avaliado com as duas mãos contra o peito foi solicitado a arremessar o mais longe possível (GAYA; SILVA, 2007) com fidedignidade de $r= 0,84$; a velocidade de membros superiores (VMMSS) foi através do golpeio de placas da bateria de testes Eurofit (1993), 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 (MARINS; GIANNICHI, 2003), 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 outro (BULIGIN,1981). Nesse teste foram realizadas duas tentativas com intervalo de 5 minutos e registrado o melhor tempo, com fidedignidade de $r = 0,88$.

As análises estatísticas consistiram em testar a normalidade dos pelo teste de Kolmogorv-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 no Software Stistical Package for the Social Sciences – SPSS versão 20.0. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1, destaca 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.

As figuras 1 e 2 apresentam a comparação dos testes físicos de acordo com os estágios maturacionais dos meninos e meninas, respectivamente. Não foi verificado 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 (PMMSS = $1,94 + 0,59$ m) e no estágio maturacional IV (PMMSS= $2,01 + 0,39$ m) alcançaram melhores desempenhos na PMMSS 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 ($p > 0,05$).

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

	Total (n=89)	Meninos (n=45)	Meninas (n=44)	p
	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	
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*
PMMSS (m)	1,70 (0,73)	1,80 (0,70)	1,50 (0,70)	0,005*
PMMII (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; PMMSS= potência muscular de membros superiores; PMMII= potência muscular 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).

Variáveis	MENINOS					p
	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV	Estágio V	
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
Variáveis	MENINAS					p
	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV	Estágio V	
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 $p < 0,05$.

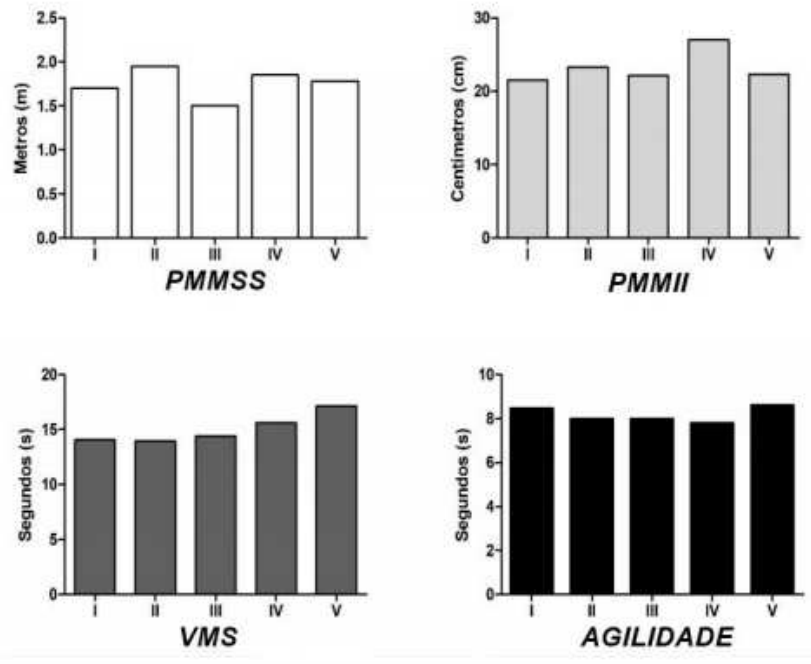


Figura 1. Comparação dos testes físicos de acordo com o estágio maturacional dos meninos.

PMSS= força potência de membros superiores; PMMII= potência de membros inferiores; VMS= velocidade de membros superiores.

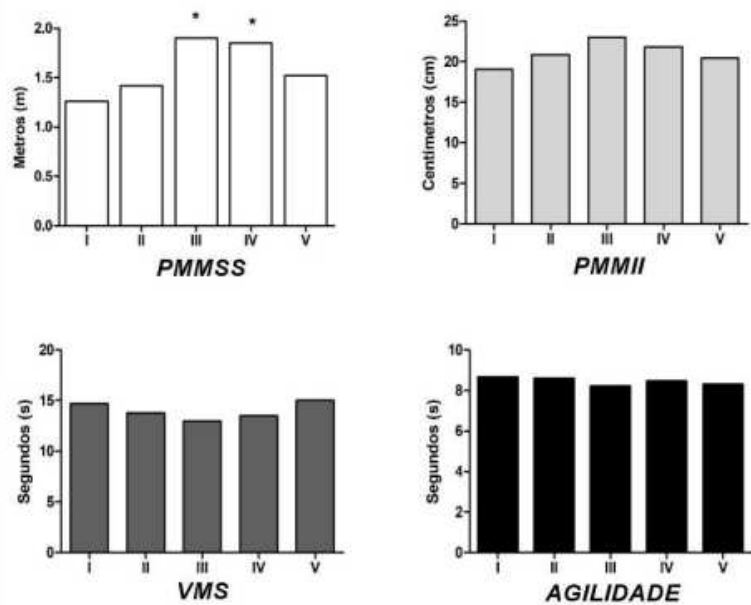


Figura 2. Comparação dos testes físicos de acordo com o estágio maturacional das meninas. PMSS= potência de membros superiores; PMMII= potência de membros inferiores; VMS= velocidade de membros superiores; *= diferença significativa com o estágio I.

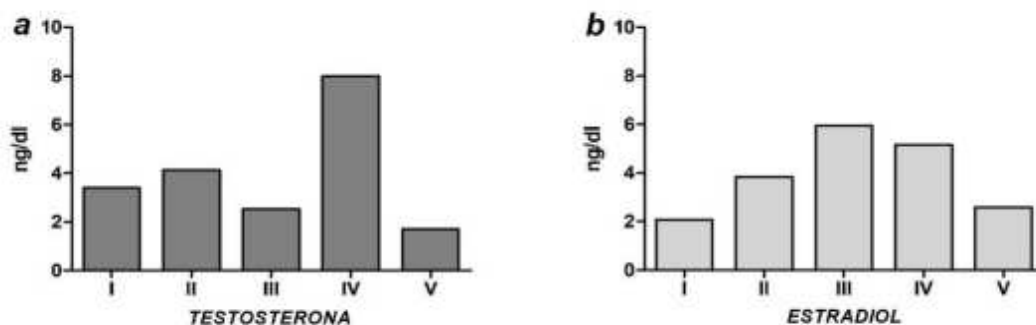


Figura 3. Comparação dos marcadores hormonais de acordo com o estágio maturacional dos meninos (a) e meninas (b).

Os dados da presente pesquisa apontaram diferenças significantes nas variáveis antropométricas e potência muscular de membros superiores de acordo com os estágios de maturação sexual das meninas. Não foram observadas diferenças significativa em nenhuma variável dependente para os meninos. Na comparação entre os sexos as meninas mostraram maior massa, estatura corporal e percentual de gordura (%G) em relação aos meninos.

De fato, é bem estabelecido que durante o processo de puberdade as meninas são afetadas mais precocemente (~11 anos) do que os meninos (~13 anos) (ROGOL; ROEMMICH; CLARK, 2002), e que o estrogênio, hormônio responsável pelo desenvolvimento das características sexuais femininas promove o alargamento da pelve, desenvolvimento das mamas e acúmulo dos estoques de gordura para a menarca, e que gera aumento da massa corporal (SILVA et al., 2010). Em contrapartida, foi detectado maior desempenho para os meninos em todos os testes físicos (potência muscular de membros superiores e inferiores, velocidade de membros superiores e agilidade).

É admissível atribuir este maior desempenho à ação da testosterona, a qual exerce importante papel no desempenho dos testes físicos, principalmente nos testes relacionados a força (GARCÉS et al., 2008). Antagônico a hipótese inicial, não foi constatada 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 conduzido pelo aumento da circulação de hormônios testosterona e estrogênio nos meninos e meninas, respectivamente (ROGOL; ROEMMICH; CLARK, 2002).

Seria racionável presumir que os estágios de maturação sexual mais avançados iriam apresentar maior concentração destes hormônios, e conseqüentemente maior desempenho nos testes físicos (GOSWAMI et al., 2014). Todavia, este argumento não foi sustentado em nossa pesquisa 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 (LINHARES et al.,2009), assim como os níveis de concentração hormonal (PINTO et al.,2017).

Vidal- Linhares et al. (2015), observaram uma tendência significativa para o aumento das capacidades físicas associadamente ao avanço do estágio maturacional em adolescentes do sexo masculino. Ao verificar o desempenho da potência muscular de membros superiores e inferiores de jovens praticantes de voleibol foi observado melhor desempenho nestas singularidades 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 guiado por Pinto et al., (2017) certificou 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, presume-se que apesar da autoavaliação da maturação sexual ser um método validado 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 especialistas (AZEVEDO et al., 2009).

Aliás, Fidelix et al. (2013), sugerem que este método pode sofrer influências culturais no que diz respeito as escolhas dos estágios. Partindo desta proposição é factível 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 cabível justificativa para essa estabilização da concentração do estradiol durante o avanço maturacional possa estar relacionada ao percentual de gordura, no qual, apresenta altos valores a partir do estágio I. Por exemplo, Zhai et al. (2015), argumenta que os estoques de gordura são capazes de manipular os níveis de estradiol através de mecanismos de conversão.

Por isso, sugere-se que simultaneamente aos métodos subjetivos sejam aplicados também métodos mais objetivos para a estimativa do estágio maturacional dos adolescentes. No presente estudo, constataram-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 ratificam com a afirmação que a maturação pode promover mudanças na produção de força de membros superiores (PINTO et al., 2017).

Desta forma, a maturação sexual deve ser estimada em atividades que englobam a potência muscular de membros superiores, essencialmente, nas práticas esportivas, e não apenas a idade cronológica dos jovens, pois como observado em nossos dados, os sujeitos que apresentam a mesma idade podem alcançar desempenho distinto na força de membros superiores. Apesar disso, não foi identificadas diferenças para a potência muscular 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 (QUATMAN, 2006).

Nessa perspectiva, o desempenho da potência muscular em membros inferiores aparenta não ser influenciado pela maturação sexual, e que durante a puberdade não há acréscimo deste atributo em adolescentes do sexo feminino que não se encontram engajadas em treinamentos com este propósito (SILVA; OLIVEIRA, 2010). Este fato foi sustentado pelo estudo de Quatman et al. (2006), 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 coerentes com a melhoria da potência muscular 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 - encurtamento (STOJANOVIC et al., 2017).

Em face do exposto, é possível ressaltar que as informações do presente estudo são 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 de atividade física, já que sujeitos com mesma idade cronológica podem apresentar melhor desempenho na força de membros superiores. Por conseguinte, detectar 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. Entretanto, é importante enfatizar 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.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que, a maturação biológica está associada a fatores de crescimento e desenvolvimento humano, em especial com o desempenho neuromuscular de membros superiores e inferiores. Conclui-se ainda, que meninas com estágio maturacional avançado apresentam superioridade em relação aos indicadores de crescimento humano quando comparadas aos seus pares de mesmo sexo com estágios maturacionais inferiores. Além disso, os meninos apresentam superioridade sobre as meninas em relação a indicadores de desempenho humano.

5. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, J.C.V. et al. Comparação entre avaliação objetiva e autoavaliação da maturação sexual em crianças e adolescentes. **Jornal de Pediatria**, v. 85, n. 2, p. 135-142, 2009.

BALDARI, C. et al. Is explosive performance influenced by androgen concentrations in young male soccer players? **Br J Sports Med**, v. 43, n. 3, p. 191-194, 2009.

BULIGIN, M.A. Models for improving a volleyballer's physical qualities. **Sov Sport Rev**, v. 16, p. 43-45, 1981.

DUKE, P.M.; LITT, I.F.; GROSS, R.T. Adolescent self-assessment of sexual maturation. **Pediatrics**, v. 66, n. 6, p. 918-920, 1980.

FIDELIX, Y.L.; et al. Dados sociodemográficos, estado nutricional e maturação sexual de escolares do sexo masculino: Exposição à insatisfação com a imagem corporal. **Rev da Educ Fis**, v. 24, n. 1, p. 83-92, 2013.

GANTOIS. P. et al. Skeletal age and explosive strength in young volleyball players. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 17, n. 3, p. 331-342, 2017.

GARCÉS. C. et al. Hormone levels in 12- to 15-year-old boys and girls in Spain and their relationship with anthropometric variables. **Clin Biochem**, v. 41, n. 7- 8, p. 621-624, 2008.

GAYA, A.; SILVA, G. **Projeto Esporte Brasil PROESP: Manual de aplicação de medidas e testes, normas e critérios de avaliação**. PROESP, 2007.

GOSWAMI, B. et al. Impact of pubertal growth on physical fitness. **Am J Sport Sci Med**, v. 2, n. 5, p. 34-39, 2014.

GOUVEA, M. et al. Influence of skeletal maturity on size, function and sport-specific technical skills in youth soccer players. **Int J Sports Med**, v. 37. n. 6, p. 464-469, 2016.

- LINHARES, R.V. et al. Effects of sexual maturation on body composition, dermatoglyphics, somatotype and basic physical qualities of adolescents. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 1, p. 47-54, 2009.
- LOWE D.A, BALTGALVIS, K.A, GREISING, S.M. Mechanisms behind estrogen's beneficial effect on muscle strength in females. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 38, n. 2, p. 61-67, 2010.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. Roca, 2002.
- MALINA, R.M. et al. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. **Br J Sports Med**, v.49, n. 13, p. 852-859, 2015.
- MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWART, A.; CARTER, L. **International standards for anthropometric assessment**. ISAK: Potchefstroom, South Africa, 2006.
- MARINS, J.C.B.; GIANNICHI, R.S. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. 3ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
- ORTEGA, F. B. et al. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. **International Journal of Obesity**, v. 32, n. 1, p. 1–11, 2008.
- PINTO. V.C.M. et al. Relationship between bone age, hormonal markers and physical capacity in adolescents. **J Hum Growth Dev**, v. 27, n. 1, p. 77- 83, 2017.
- PYLE, S. I. et al. Attributes of the radiographic standard of reference for the National Health Examination Survey. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 35, n. 3, p. 331- 337, 1971.
- QUATMAN. C.E. et al. Maturation leads to gender differences in landing force and vertical jump performance: a longitudinal study. **Am J Sports Med**, v. 34, n. 5. p. 806-803, 2006.
- ROGOL, A.D. et al. Growth at puberty. **J Adolesc Health**, v.31, n. 6, p.192-200, 2002.
- SILVA, D.A.S.; OLIVEIRA, A.C.C. Impacto da maturação sexual na força de membros superiores e inferiores em adolescentes. **Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum**, v. 12, n. 3, p. 144-150, 2010.
- SILVA, D.A.S. et al. Comparison between the growth of Brazilian children and adolescents and the reference growth charts: data from a Brazilian project. **Jornal de pediatria**, v. 86, n. 2, p. 115-120, 2010.
- SLAUGHTER, M.H. et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human biology**, v. 60, n. 5, p. 709-723, 1988.
- SPESSATO, B.C. et al. Gender differences in Brazilian children's fundamental movement skill performance. **Early Child Dev Care**, v. 183, n. 7, p. 916-923, 2013.
- STOJANOVIĆ, E. et al. Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. **Sport Med**, v. 47, n. 5, p. 975-986, 2017.
- TANNER J. **Growth at adolescence**. 2^a ed. Thomas: Springfield, 1962.
- VANDORPE, B. et al. The KörperkoordinationsTest für Kinder: Reference values and suitability for 6-12-year-old children in Flanders. **Scand J Med Sci Sport**, v. 21, n. 3, p. 378-388, 2011.

VEDUL-KJELSÅS, V. The relationship between motor competence, physical fitness and self-perception in children. **Child Care Health Dev**, v. 38, n. 3, p. 394-402, 2012.

VIDAL-LINHARES, R.; BARROS-COSTA, M.; FERNANDES FILHO, J. A influência do desenvolvimento sexual sobre as qualidades físicas básicas de meninos adolescentes. **Revista de Salud Pública**, v. 17, p. 489-499, 2015.

ZHAI, L. et al. Association of Obesity with Onset of Puberty and Sex Hormones in Chinese Girls: A 4-Year Longitudinal Study. **PLoS One**, v. 10, n. 8, p. e0134656, 2015.

RELAÇÃO DA PUBERDADE, TESTOSTERONA E ESTRADIOL COM O DESEMPENHO NEUROMUSCULAR DE JOVENS ATLETAS DE AMBOS OS SEXOS

Paulo Francisco de Almeida-Neto, Vanessa Carla Monteiro Pinto, Dihogo Gama de Matos, Luiz Felipe da Silva e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

Os mecanismos endócrinos podem ser um fator determinante no desempenho neuromuscular de jovens atletas. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi relacionar marcadores maturacionais e hormonais ao desempenho neuromuscular de jovens atletas de ambos os sexos. A amostra foi de 81 jovens atletas (54.4% do sexo feminino e 45.6% do sexo masculino; 11.4 ± 1.08 anos de idade), integrantes de um projeto de iniciação esportiva. Os marcadores hormonais foram analisados bioquimicamente e a maturação (MB) por antropometria. Avaliou-se a composição corporal por bioimpedância, potência dos membros superiores (PMS) e inferiores (PMI), velocidade de membro superior (VMS) e agilidade foram analisados. MB se relacionou com os marcadores hormonais e com o desempenho neuromuscular em ambos os sexos ($p < 0,05$). Redes neurais artificiais (MLPs) mostraram que no sexo masculino a testosterona previu o desempenho de PMS em 49% e a MB em 60%. A maturação prenunciou o desempenho de PMI em 30,3%. No sexo feminino as MLPs mostraram que a MB pode prever o desempenho neuromotor entre 57,4% e 76%, enquanto os marcadores hormonais apresentaram potencial superior a 95% para o prenúncio do desempenho neuromotor dos membros superiores. A maturação e os níveis hormonais estão relacionados ao desempenho de membros superiores e inferiores de jovens atletas.

Palavras-chave: Puberdade, Testosterona e Estradiol.

ABSTRACT

Endocrine mechanisms can be a determining factor in the neuromuscular performance of young athletes. In this sense, the objective of the present study was to relate maturational and hormonal markers to the neuromuscular performance of young athletes of both sexes. The sample was made up of 81 young athletes (54.4% female and 45.6% male; 11.4 ± 1.08 years old), members of a sports initiation project. Hormonal markers were analyzed biochemically and maturation (MB) by anthropometry. Body composition was assessed by bioimpedance, upper limb (PMS) and lower (PMI) power, upper limb speed (VMS) and agility were analyzed. MB was related to hormonal markers and neuromuscular performance in both sexes ($p < 0.05$). Artificial neural networks (MLPs) showed that in males testosterone predicted the performance of PMS by 49% and MB by 60%. Maturation foreshadowed the performance of PMI at 30.3%. In females, MLPs showed that MB can predict neuromotor performance between 57.4% and 76%, while hormonal markers showed a potential greater

than 95% for the foreshadowing of upper limb neuromotor performance. Maturation and hormone levels are related to the performance of upper and lower limbs of young athletes.

Keywords: Puberty, Testosterone and Estradiol.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do desempenho neuromuscular, principalmente dos membros superiores e inferiores, tem sido identificada como fator determinante para a saúde física e o sucesso em diversas habilidades esportivas (MALINA et al., 2015; YANG et al., 2019). No entanto, diversos fatores biológicos e ambientais podem interferir na qualidade neuromuscular de habilidades que requerem o uso da coordenação motora e da força muscular (SAÑUDO et al., 2019; DICESARE et al., 2019). No nível biológico, pode-se destacar o processo de puberdade, que é o desencadeamento de melhorias nos sistemas neurológico, muscular, esquelético e endócrino (BRADLEY et al., 2020). Dentre os fatores ambientais, é possível destacar o nível de atividade física, nutrição e qualidade do sono, que são extremamente importantes para a qualidade do processo de maturação biológica (MOODIE et al., 2020; ALFONSI et al., 2020.).

A interação entre determinantes ambientais e biológicos podem influenciar no ritmo do processo puberal, ou seja, indivíduos nascidos na mesma data cronológica podem ter idades biológicas diferentes devido a essas interações (WONDISFORD, 2020). Nesse sentido, a puberdade pode ser classificada em precoce, sincronizada ou tardia. Esses diferentes níveis são determinados de acordo com o tempo das idades cronológica e biológica (MALINA et al., 2015). Cada estágio da puberdade possui características diferentes em relação à maturação biológica (MALINA; BOUCHARD, 2002; ASLAM, 2020). Indivíduos com puberdade precoce geralmente apresentam níveis hormonais mais elevados do que aqueles da puberdade tardia e sincronizada (WONDISFORD, 2020).

O processo de maturação decorrente da adolescência é fortemente regido por reações de uma gama de hormônios, que afetam o ritmo de maturação dos jovens em favor do aumento dos hormônios sexuais (COLE et al., 2015). Os hormônios sexuais, como estradiol, testosterona e hormônio do crescimento, têm funções extremamente importantes no desenvolvimento biológico humano, que podem afetar principalmente a estrutura morfológica, o crescimento esquelético e os níveis de força muscular (WONDISFORD, 2020; DE ALMEIDA-NETO et al., 2020; ALMEIDA-NETO et al., 2020). Nesse contexto, dentre os

parâmetros neuromusculares, a força muscular e a velocidade corporal são dois dos mais essenciais para a funcionalidade corporal em relação à saúde física e para o desenvolvimento de habilidades específicas relacionadas ao desempenho esportivo (SUCHOMEL et al., 2016).

Em jovens, à medida que a puberdade avança, os níveis dos hormônios esteroides tendem a aumentar, apontando para uma relação significativa com os níveis de força muscular dos membros superiores e inferiores (DE ALMEIDA-NETO et al., 2020). Além disso, a secreção de hormônios esteroides durante a puberdade gera mudanças nos perfis físicos e nas características sexuais secundárias de indivíduos de ambos os sexos (MALINA; BOUCHARD, 2002). No nível endócrino, os estágios da puberdade avançada são caracterizados por uma predominância de hormônios sexuais no corpo (ASLAM, 2020; WONDISFORD, 2020). No entanto, jovens do mesmo estágio de maturação podem ter diferentes níveis de hormônios no corpo (WONDISFORD, 2020; ALMEIDA-NETO et al., 2020). Deste modo, a maturação não pode ser o único determinante das características neuromusculares na população pediátrica. Sendo assim, análises de limiares hormonais são necessárias para se obter um parâmetro com tendência central que sirva de ponto de referência para agrupar os sujeitos (COLE et al., 2015; DE ALMEIDA-NETO et al., 2020).

Os estágios da puberdade estão relacionados às habilidades físicas. Esse aspecto é amplamente abordado no esporte com o objetivo de obter informações sobre o processo de detecção e orientação de jovens talentos (MALINA et al., 2015). Além disso, marcadores hormonais também apontam para relações com habilidades físicas (DE ALMEIDA-NETO et al., 2020). Nesse contexto, os dois temas devem ser observados em conjunto para que resultados mais precisos sejam obtidos em relação aos fatores relacionados ao desempenho neuromuscular em jovens atletas, principalmente ao observar que o desempenho motor pode fornecer informações cruciais no processo de seleção de talentos no esporte (ASLAM, 2020; ALMEIDA-NETO et al., 2020).

Dadas as suposições, o presente estudo levantou a hipótese de que a maturação biológica e marcadores hormonais se relacionam de forma significativa com o desempenho neuromuscular de jovens atletas. Portanto, o objetivo do presente estudo foi relacionar marcadores maturacionais e hormonais ao desempenho neuromuscular de jovens atletas de ambos os sexos.

2. MATERIAIS E MÉTODO

O estudo foi observacional descritivo de delineamento transversal, com amostra composta por 81 sujeitos de ambos os sexos (sendo 54.4% do sexo feminino e 45.6% do sexo masculino; 11.4 ± 1.08 anos de idade), os participantes eram atletas de iniciação esportiva de diferentes modalidades (remo, natação, futebol, jiu-jitsu brasileiro, voleibol e tênis), residentes da cidade de Natal / RN – Brasil. Segundo Matsudo et al. (1987), a amostra é classificada como atletas de nível II (escala crescente de I a VI), caracterizados por escolares que participam regularmente de modalidades esportivas. Ressalta-se, que o número amostral foi estabelecido com base em estudos anteriores (PINTO et al., 2017; DE ALMEIDA-NETO et al., 2020; ALMEIDA-NETO et al., 2020). Deste modo, foi estimado um effect size = 0.80, $\alpha=0.05$ e $\beta=0.80$ durante as análises, o que apontou um poder amostral de 0.90 pra o tamanho amostral.

Como critérios de inclusão, os voluntários deveriam ter entre 10 e 12 anos de idade, participar de competições esportivas e fazer parte de uma equipe esportiva a no mínimo um ano que antecederesse a pesquisa e não apresentar disfunções hormonais diagnosticadas clinicamente. Todos os participantes que ingerissem alimentos ou suplementos hormonais ou que realizassem atividades vigorosas nas últimas 24 horas antes dos exames seriam excluídos.

Esta pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa – CEP da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) (Parecer: 1249937). conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, em 12/12/2012, respeitando rigorosamente os princípios éticos contidos na declaração de Helsinki. Além disso, o presente estudo cumpre com todos os itens do chekin list STROBE para estudos observacionais (i.e., lista de verificação para fortalecer o relato de estudos observacionais em epidemiologia) (STROBE, 2014).

2.1 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS

Os participantes da amostra foram acompanhados por uma equipe de profissionais de enfermagem e educação física previamente capacitados e qualificados pela UFRN para as realizações dos procedimentos de coleta dos dados. A amostra compareceu ao

laboratório em três ocasiões. A primeira visita foi para informar os voluntários e seus respectivos responsáveis sobre os objetivos da pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados no estudo. A segunda visita ocorreu 24 horas depois da primeira, e foram realizadas as coletas de sangue com os indivíduos em jejum para os testes bioquímicos referentes aos marcadores hormonais.

Em seguida, o teste de composição corporal foi aplicado através de um equipamento de bioimpedância tetra polar, posteriormente foi oferecido um lanche para os voluntários e após uma pausa com duração de uma hora foram realizadas as medidas antropométricas. Na terceira visita, após 24h, foram realizados os testes neuromusculares. Vale ressaltar que na segunda e terceira visita os voluntários foram orientados a suspender a prática atividades físicas vigorosas nas 24 horas que antecederam as coletas dos dados. Assim como, a não consumirem alimentos ou bebidas estimulantes (i.e., cafeína, taurina, chá verde, etc.).

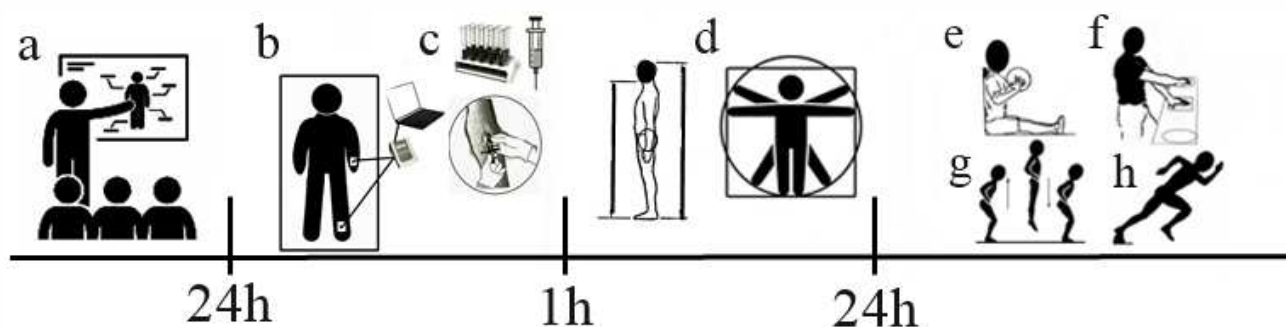


Figura 1. Delineamento do estudo.

a = Informações dos benefícios e riscos do estudo. b = Teste de composição corporal. c = Análises bioquímicas. d = Coleta dos dados antropométricos. e = Teste de potência de membros inferiores. f = Teste de potência de membros superiores. g = Teste de velocidade do membros superior. h = Teste de agilidade corporal.

2.2 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

O exame de composição corporal foi realizado por meio de um equipamento de bioimpedância tetrapolar modelo BIA1010 com alta precisão (Sanny®, São Paulo, Brasil), onde o sujeito avaliado foi posicionado em decúbito dorsal sobre uma maca isolada de condutores elétricos e se mantiveram em repouso por 10 minutos, sem portarem qualquer objeto metálico (i.e., brincos, pulseiras, pierings, etc). Posteriormente, eletrodos emissores foram posicionados sobre a superfície da mão e do pé direito, próximos às articulações das falanges do metacarpo e metatarso, respectivamente. Os eletrodos receptores foram

colocados no ponto médio entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito, e entre o maléolo medial e lateral do tornozelo direito. Após os procedimentos o avaliador acionou a bioimpedância e os valores de composição corporal foram adquiridos por um computador portátil acoplado ao equipamento de bioimpedância.

2.3 AVALIAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS

As avaliações antropométricas foram realizadas de acordo com os protocolos da International Society of the Advancement of Kinanthropometry (KARUPAIAH, 2018). A massa corporal foi medida em uma balança digital com precisão de 0,1 kg (FILIZOLA®, São Paulo, Brasil). A estatura e a estatura sentada (comprimento do tronco) foram avaliadas por meio de estadiômetro com precisão de 0,01 cm (SANNY®, São Paulo, Brasil). O comprimento das pernas foi calculado subtraindo-se o comprimento do tronco da estatura em pé (MIRWALD et al., 2002). As dobras cutâneas foram medidas com um adipômetro científico (SANNY®, São Paulo, Brasil). O perímetro foi medido com fita antropométrica (SANNY®, São Paulo, Brasil) e os diâmetros ósseos com paquímetro (SANNY®, São Paulo, Brasil).

2.4 ANÁLISE DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA

A maturação biológica foi analisada por dois parâmetros distintos sendo eles a maturação esquelética que remete ao crescimento do esqueleto humano e ao fechamento das principais epífises ósseas e somática ligada a morfologia dos tecidos biológicos (i.e., tecido epitelial, tecido conjuntivo, tecido muscular e tecido nervoso). Neste sentido, a maturação esquelética foi analisada através da idade óssea que foi verificada pela equação proposta por Cabral et al. (2016), a equação é de alta confiabilidade em comparação com o método padrão ouro de raio-X de mão e punho ($r = 0.868$; $r^2 = 0.754$; $p < 0.05$) (Quadro 1).

Quadro 1. Equação (maturação esquelética).

$$(i) \text{ Idade Óssea} = -11,620 + 7,004 * (\text{Estatura}) + 1,226 * (\text{Dsexo}) + 0,749 * (\text{Idade Cronológica}) - 0,068 * (\text{Dobra cutânea do Tríceps}) + 0,214 * (\text{Perímetro do braço corrigido}) - 0,588 * (\text{Diâmetro do úmero}) + 0,388 * (\text{Diâmetro do fêmur}).$$

Para o sexo masculino usar Dsexo = 0. Para o sexo feminino usar Dsexo = 1.

Diante disso, para determinar o estágio maturacional a partir do resultado da idade óssea, foi realizada a equação proposta por Malina e Bouchard (2002) (Quadro 2).

Quadro 2. Equação (idade óssea).

(ii) Maturação Biológica = (Idade Cronológica – Idade Óssea)
--

Após a equação (ii) os sujeitos podem ser classificados em três estágios: Atrasado (Resultados ≤ -1), Sincronizados (Resultados entre -1 e 1) e acelerado (Resultados ≥ 1).

A maturação somática foi verificada pelo método proposto por Mirwald et al., (2002), que apresenta uma forte validação com o acompanhamento longitudinal da maturação através do acúmulo mineral ósseo (Sexo masculino: $r=0.959$; $r^2=0.920$; $p<0.05$; Sexo feminino: $r=0.953$; $r^2=0.910$; $p<0.05$) e consiste em estipular o pico de velocidade do crescimento (PVC) pelas equações disponíveis no quadro 3.

Quadro 2. Equação (idade óssea).

(iii) PVC no sexo masculino = $-9,236 + [0,0002708 * (\text{Comprimento das pernas} * \text{Altura do tronco})] + [-0,001663 * (\text{Idade cronológica} * \text{Comprimento das pernas})] + [0,007216 * (\text{Idade cronológica} * \text{Altura do tronco})] + [0,02292 * (\text{Peso corporal} / \text{Estatura}) * 100]$
--

(iv) PVC no sexo feminino = $-9,376 + [0,0001882 * (\text{Comprimento das pernas} * \text{Altura do tronco})] + [0,0022 * (\text{Idade cronológica} * \text{Comprimento das pernas})] + [0,005841 * (\text{Idade cronológica} * \text{Altura do tronco})] - [0,002658 * (\text{Idade cronológica} * \text{Peso corporal})] + [0,07693 * (\text{Peso corporal} / \text{Estatura}) * 100]$
--

Neste sentido ao fim da equação o PVC pode ser classificado em: (1) Pre-PVC (<-1); (2) Durante-PVC (Entre ≥ -1 e $\leq +1$); (3) Pós-PVC ($>+1$).

2.5 ANÁLISE NEUROMUSCULAR

2.5.1 Potência dos membros superiores

A potência de membros superiores (PMS) foi avaliada por meio do teste medicineball (MELLO et al., 2016). O sujeito permaneceu sentado de costas contra a parede e os joelhos

estendidos. Ao sinal do avaliador, uma bola medicinal (Ax Sports®, Tangará, Brasil) com uma massa de 2 kg posicionada na altura do esterno, foi lançada horizontalmente com as duas mãos. O movimento do tronco não era permitido. O teste foi realizado três vezes consecutivas, intercaladas com um período de recuperação passiva de três minutos. A melhor tentativa foi retida para análise.

2.5.2 Potência dos membros inferiores

Para o teste de Potência dos membros inferiores (PMI) foi utilizado o Sargent Jump Test. Desta forma, a análise do salto foi realizada em uma plataforma de força portátil (Cefise®, São Paulo, Brasil). Durante as avaliações, os indivíduos foram orientados a se manterem em uma posição ortostática com os joelhos angulados a 90°, os sujeitos posicionaram as mãos na lateral do quadril e após o sinal sonoro emitido pelo software, o mesmo realizou o salto sem retirar as mãos do quadril mantendo os joelhos estendidos durante a fase de voo. A força das pernas foi registrada pela medida de potência relativa dos membros inferiores, adquirida com base na potência em watts (fornecida pelo equipamento) dividida pelo peso corporal dos indivíduos (FORZA; EDMUNDSON, 2019). Cada sujeito avaliado realizou três tentativas intercaladas por 3 minutos de repouso, e a melhor performance foi registrada para fins de análises.

2.5.3 Velocidade do membro superior

Para avaliação da velocidade do membro superior (VMS), os participantes realizaram o teste de tapping, previamente validado em crianças e adolescentes, no qual o participante utiliza a mão dominante no menor tempo possível (ABOELWAFI et al., 2019). O teste é realizado com o participante em frente a uma mesa de altura ajustável ao nível do quadril de forma que a mão não dominante seja posicionada em um retângulo central desenhado na mesa. Os participantes então tocam os discos desenhados nas laterais da mesa com a mão dominante. Neste estudo, cada participante realizou 25 ciclos entre um disco lateral e outro no menor tempo possível.

2.5.4 Agilidade Corporal

O teste de agilidade corporal foi realizado de acordo com as recomendações de Nimphius et al. (2018). Duas linhas verticais foram traçadas no solo com uma distância de 10 m entre elas e o ponto central foi posicionado no meio da distância de 5 m marcada no solo com o desenho de um círculo. Isso ajudou os participantes a correr o mais rápido possível do círculo, tocar a linha esquerda, mudar de direção, tocar a linha direita e retornar ao círculo central, começando imediatamente o mesmo procedimento novamente três vezes seguidas. Este protocolo foi realizado em duas tentativas, intercaladas com um tempo de recuperação passiva de 3 minutos, e a melhor medida de tentativa foi considerada para a análise dos dados.

2.5.5 Análises bioquímicas dos níveis hormonais

Amostras de sangue periférico (10 mL) da veia antecubital foram obtidas dos participantes para análise dos níveis hormonais. Os tubos de amostra de sangue foram centrifugados com ativador de coágulo a 6000 rpm por 10 min para obter 0.5 mL de soro. As amostras de soro foram mantidas em gelo a -20° C e acompanhadas diretamente (o transporte durou 5 minutos) para a análise da dosagem sérica dos hormônios (hormônio do crescimento, testosterona (TRT) e estrogênio do tipo estradiol (EST)). Posteriormente, foram realizadas medições de hormônio do crescimento, testosterona e estradiol em nanograma por decilitro (ng/dl).

Os níveis dos referidos hormônios também foram medidos usando o método de quimiluminescência direta (isto é, redução da luz como resultado de uma reação química em uma amostra de sangue) com o ADVIA (Centaur[®] XP – SIEMENS Joinville, Brasil) (i.e., fotomultiplicador). O processo transforma a luz emitida pelo método de quimiluminescência em impulsos elétricos e, portanto, os impulsos são lidos na "contagem" de luz por segundo (i.e., esta unidade é proporcional à unidade de medida dos níveis hormonais presentes na amostra).

2.5.6 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi testada pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Z-score de assimetria e curtose (-1.96 a 1.96). As correlações foram feitas pelo teste de Pearson, considerando a magnitude: Insignificante: $r < 0,10$; Fraco: $r = 0,10-0,39$; Moderado: $r = 0,40-$

0,69; Forte: $r = 0,70-0,89$; Muito forte: $r = 0,90-1,00$ (Schober et al., 2018). Redes neurais artificiais não lineares do tipo perceptron com múltiplas camadas ocultas (MLP's), contendo distribuições gaussianas foram programadas. O objetivo foi determinar a predição da probabilidade de predições corretas das variáveis maturacionais e hormonais em relação às variáveis neuromusculares utilizadas para realizar ajustes sinápticos de peso. Em adição 90% do conjunto de dados foi utilizado para treinar as MLP's e 10% foram utilizados para testes, em seguida houve a validação cruzada do conjunto de dados. Durante o treinamento, as redes foram programadas para interromper as execuções das temporadas ao encontrar a menor taxa de erro possível para o conjunto de dados em análise, sendo realizada uma média de 10.000 temporadas de treinamento. Assim, as funções de ativação da rede seguiram a seguinte interpretação binária: (0) Falsa previsão: $U \leq 0$; (1) Predição verdadeira: $U \geq 1$. Para o erro técnico de medidas antropométricas, foi utilizada a seguinte magnitude: Aceitável para dobras cutâneas $\leq 5,0\%$; Aceitável para outras medidas antropométricas $\leq 1,0\%$ (PERINE et al., 2005). Todas as análises foram feitas no software gratuito R (versão 4.0.1; R Foundation for Statistical Computing®, Viena, Áustria), e foi considerado $p < 0,05$ em todas as análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 expõe as características da amostra masculina e feminina. Ambos os grupos apresentaram faixa etária similar. A amostra masculina apontou estágio maturacional pré-PVC, enquanto a feminina apontou maturação pós-PVC. Foi verificado também que os níveis de testosteronas foram mais amplos nos sujeitos masculinos e os níveis de estradiol foi mais amplo na amostra feminina.

Na tabela 2 mostra as relações significativas do EST com a PMI e agilidade de atletas do sexo masculino, ao controlar estatisticamente o efeito da maturação biológica as relações mantiveram-se. Nos atletas femininos, a TRT e EST relacionaram-se com a maturação óssea, PMS e PMI. Entretanto ao controlar estatisticamente o efeito da maturação biológica as correlações desapareceram, o que sugere um efeito significativo para as relações encontradas entre TRT, EST, PMS e PMI. Crewther et al. (2016) corroboram os achados da presente pesquisa ao identificarem que os níveis de hormônios esteroides em jovens atletas de halterofilismo (ambos os sexos) estão relacionados com o desempenho neuromuscular ($p < 0,05$).

Tabela 1. Caracterização da amostra.

Variáveis	Masculino	Feminino
Nº (%)	37 (45,6 %)	44 (54,4 %)
Idade (Anos)	11,3 ± 0,96	11,5 ± 1,20
Maturação óssea (Idade Óssea)	-2,00 ± 0,48	2,81 ± 0,54
Maturação somática (PVC)	-2,61 ± 0,77	1,40 ± 1,48
Estatura (cm)	145,0 ± 7,57	147,9 ± 8,93
Peso (kg)	37,3 ± 9,68	40,0 ± 10,2
Índice de massa corporal (kg/m ²)	18,0 ± 3,35	18,1 ± 3,37
Massa magra (kg)	28,4 ± 5,84	30,4 ± 6,21
Massa gorda (kg)	8,96 ± 5,43	9,50 ± 5,19
Testosterona (ng/dl)	106,6 ± 103,4	67,4 ± 77,10
Estradiol (ng/dl)	33,2 ± 42,6	52,8 ± 4,56
Hormônio do crescimento (ng/dl)	2,62 ± 2,93	2,80 ± 2,94

Tabela 2. Matriz de correlação entre hormônios e maturação e desempenho neuromuscular.

Variáveis	TRT (ng/dl)		EST (ng/dl)		TRT (ng/dl)		EST (ng/dl)	
	Sexo Masculino				Sexo Feminino			
	r	p	r	p	r	p	r	p
Maturação Óssea	0,27	0,2	0,10	0,5	0,58*	0,0007	0,51*	0,005
Maturação Somática	0,27	0,09	0,08	0,6	0,51	0,004	0,22	0,14
PMS (m)	0,23	0,1	-0,09	0,5	0,51*	0,007	0,42*	0,02
PMI (W/kg)	0,28	0,08	-0,33*	0,04	0,52*	0,006	0,42*	0,03
VMS (s)	-0,06	0,7	0,18	0,2	-0,007	0,9	-0,07	0,6
Agilidade (s)	0,07	0,6	0,33*	0,04	-0,21	0,1	-0,01	0,9
Controle do efeito da maturação óssea								
PMS (m)	0,10	0,5	0,18	0,2	0,16	0,2	0,17	0,2
PMI (W/kg)	0,16	0,3	0,49*	0,002	0,18	0,2	0,16	0,2
VMS (s)	0,02	0,8	0,24	0,1	0,07	0,6	0,06	0,6
Agilidade (s)	0,08	0,6	0,33*	0,04	0,14	0,3	0,05	0,7
Controle do efeito da maturação somática								
PMS (m)	0,08	0,6	0,18	0,2	0,21	0,1	0,13	0,4
PMI (W/kg)	0,16	0,3	0,46*	0,004	0,15	0,3	0,10	0,4
VMS (s)	0,01	0,9	0,22	0,1	0,21	0,15	0,06	0,6
Agilidade (s)	0,08	0,6	0,33*	0,04	0,13	0,3	0,08	0,6

* Estatisticamente significativa. TRT = Testosterona. EST = Estradiol. PMS = Potência de membros superiores. PMI = Potência de membros inferiores. VMS = Velocidade de membros superiores.

Em uma perspectiva semelhante, Chin et al. (2012) encontraram que os níveis de testosterona em indivíduos do sexo masculino indicam relações significativas com os níveis mais elevados de força dos membros superiores. Nesse sentido, Aslam (2020) destaca que durante a puberdade ocorre um pico de níveis hormonais como testosterona, estradiol e hormônio do crescimento, que podem influenciar significativamente na aquisição de força muscular em jovens de ambos os sexos. Volver et al. (2010), em estudo longitudinal, analisaram 34 mulheres com idades entre 11 e 13 anos e, os autores concluíram que a maturação biológica influencia as habilidades neuromotoras, sugerindo uma possível interação de fatores relacionados à puberdade, como os níveis hormonais, por exemplo.

Neste contexto, o estudo de Sadiq et al. (2020) destaca que a maturação biológica está associada a marcadores hormonais e que pode influenciar de forma significativa os sistemas neurológico e musculoesquelético em sujeitos de ambos os sexos. Entretanto, no presente estudo para os atletas do sexo masculino a maturação biológica não se relacionou com o desempenho neuromuscular. Pinto et al. (2017), encontraram relações significativas entre a maturação esquelética e a testosterona em homens jovens ($p= 0,04$). Essas diferenças entre os achados da presente pesquisa e os achados de Pinto et al. (2017), podem ser justificadas pelas características das amostras dos dois estudos (i.e., idade biológica exata, fatores nutricionais) e pelo tratamento estatístico diferente em relação ao controle dos exames laboratoriais.

As análises de MLP's (Tabela 3) indicaram que para o sexo masculino a TRT aponta probabilidade de prever o desempenho de PMS em 49%. Enquanto que a maturação óssea e somática aponta probabilidade de prever a PMS em mais 55%. Enquanto que no sexo feminino, foi indicado que a PMS pode ser prevista em 57,4 % pela TRT, em 76% pelo EST, e em mais de 95% pela maturação óssea e somática. A TRT também mostrou probabilidade acima de 46% para prevê o desempenho de VMS nas atletas do sexo feminino.

Diante dos achados, vale ressaltar que os níveis hormonais influenciam na aquisição de massa magra e que a massa magra está intimamente ligada à produção de força durante a execução das habilidades neuromotoras (COLE et al., 2015; WONDISFORD, 2020). Neste contexto, jovens com maturidade biológica avançada, aumentam o peso corporal em relação a maior concentração de massa magra e maior concentração dos níveis de hormônios esteroides (MALINA et al., 2015; PINTO et al., 2017; DE ALMEIDA-NETO et al., 2020).

Tabela 3. Análises de Redes Neurais Artificiais Preceptros do tipo MLP.

Variables	TRT (ng/dl)			EST (ng/dl)			Maturação Óssea			Maturação Somática		
	U	%E	P %	U	%E	P %	U	%E	P %	U	%E	P %
Sexo Masculino												
PMS (m)	1*	51,0	49,0	0	89,7	10,22	1*	44,6	55,4	1*	40,0	60,0
PMI (W/kg)	1*	78,6	23,4	1*	90,5	9,42	1*	66,0	34,0	0	69,7	30,3
VMS (s)	1*	75,4	24,6	1*	73,7	26,3	1*	96,6	3,35	1*	98,5	1,5
Agilidade (s)	1*	80,4	19,6	1*	97,8	2,16	1*	98,2	1,75	1*	97,0	3,00
Sexo Feminino												
PMS (m)	1*	42,6	57,4	1*	24,0	76,0	1*	4,31	95,6	1*	4,57	95,4
PMI (W/kg)	1*	35,2	64,8	1*	27,6	72,4	1*	94,4	5,60	1*	98,4	1,60
VMS (s)	1*	53,4	46,6	1*	34,6	65,4	1*	62,6	37,4	1*	62,7	37,3
Agilidade (s)	1*	61,2	38,8	1*	38,9	61,1	1*	85,3	14,7	1*	85,4	14,6

* Estatisticamente significativa. TRT = Testosterona. EST = Estradiol. PMS = Potência de membros superiores. PMI = Potência de membros inferiores. VMS = Velocidade de membros superiores. U = Domínio da função de ativação da rede neural. % E = porcentagem do erro total de aprendizado de rede neural. | P % = Porcentagem da probabilidade de previsão está correta.

Goswami et al. (2014), mostraram que a força muscular dos membros inferiores e superiores está associada à maturação e que essa associação é influenciada significativamente pelos hormônios sexuais, e que discriminando que com o avanço dos estágios de maturação, as concentrações dos níveis hormonais tendem a aumentar. Almeida-Neto et al. (2020), identificaram em análises de regressão linear e de MLP's que o desempenho neuromuscular pode ser previsto pela maturação biológica e pelos níveis de TRT e EST. Neste sentido, dada a relação entre puberdade, marcadores hormonais e desempenho neuromuscular a possibilidade de prevê o desempenho neuromotor através de marcadores hormonais e de maturação biológica é algo conciso (WONDISFORD, 2020).

Apesar da relevância dos resultados, a presente pesquisa possui as seguintes limitações: (i) seu desenho é observacional, o que impossibilita o estabelecimento de uma relação de causa e efeito. (ii) Os procedimentos metodológicos não controlaram o histórico

nutricional dos sujeitos analisados, o que pode ter interferido nas concentrações hormonais. (iii) Os marcadores de maturação biológica foram medidos usando fórmulas preditivas baseadas na antropometria. Esse fato pode levar a uma divergência de resultados em relação à análise da maturação biológica pelo padrão ouro (radiografia de mão e punho). (iv) Os testes realizados podem ter sido influenciados por fatores anatômicos (comprimento dos membros superiores e inferiores).

4. CONCLUSÃO

Conclui-se, que os estágios de maturação biológica e os níveis hormonais de testosterona e de estradiol estão correlacionados de forma significativa com o desempenho neuromuscular de membros superiores e inferiores em jovens atletas de ambos os sexos. Além disso, conclui-se que com o avançar dos estágios de maturação biológica os níveis de testosterona aumentam em jovens do sexo masculino e os de estradiol em jovens do sexo feminino.

5. REFERÊNCIAS

ABOELWAFI, H.S.; ELKILANY, A.M.; AL-HARIRI, M. Measurement of Physiological Fitness Level Among Male College Students in Dammam, Saudi Arabia Using the European Fitness Test–EuroFit. **Glob J Health Sci**, v. 11, n. 11, p. 21-32, 2019.

ALFONSI, V.; SCARPELLI, S.; D'ATRI, A.; STELLA, G.; DE GENNARO, L. Later School Start Time: The Impact of Sleep on Academic Performance and Health in the Adolescent Population. **Int J Environ Res Public Health**, v. 17, p. e2574, 2020.

ALMEIDA-NETO, P.F.; DE MATOS, D.G.; PINTO, V.C.M.; DANTAS, P.M.S.; CESÁRIO, T.M.; DA SILVA, L.F.; et al. Can the Neuromuscular Performance of Young Athletes Be Influenced by Hormone Levels and Different Stages of Puberty? **Int J Environ Res Public Health**, v. 17, p. e5637, 2020.

ALMEIDA-NETO, P.F.; DE MATOS, D.G.; PINTO, V.C.M.; DANTAS, P.M.S.; CESÁRIO, T.M.; DA SILVA, L.F.; et al. Can the Neuromuscular Performance of Young Athletes Be Influenced by Hormone Levels and Different Stages of Puberty? **Int J Environ Res Public Health**, v. 17, p. e5637, 2020.

ASLAM, S. Endocrine Events Involved in Puberty: A Revisit to Existing Knowledge. **Life Sci**, v. 1, p. 37-48, 2020.

- BRADLEY, S.H.; LAWRENCE, N.; STEELE, C.; MOHAMED, Z. Precocious puberty. **Br Med J**, v. 368, p. l6597, 2020.
- CABRAL, S.D.A.T.; CABRAL, B.G.D.A.T.; PINTO, V.C.M.; DE ANDRADE, R.D.; DE OLIVEIRA BORGES, M.V.; DANTAS, P.M.S. Relationship between bone age and anthropometry and physical fitness in young volleyball players. **Braz J Sport Sci**, v. 38, p. 69–75, 2016.
- CHIN, K.-Y.; SOELAIMAN, I.-N.; MOHAMED, I.N.; SHAHAR, S.; TENG, N.I.M.F.; RAMLI, E.S.M.; et al. Testosterone is associated with age-related changes in bone health status, muscle strength and body composition in men. **Agging Male**, v. 15, p. 240–245, 2012.
- COLE, T.J.; AHMED, M.L.; PREECE, M.A.; HINDMARSH, P.; DUNGER, D.B. The relationship between Insulin like Growth Factor 1, sex steroids and timing of the pubertal growth spurt. **Clin Endocrinol**, v. 82, p. 862–869, 2015.
- CREWETHER, B.T.; OBMINSKI, Z.; COOK, C. The Effect of Steroid Hormones on the Physical Performance of Boys and Girls during an Olympic Weightlifting Competition. **Pediatr Exerc Sci**, v. 28, p. 580–587, 2016.
- DE ALMEIDA-NETO, P. F.; SILVA DANTAS, P. M.; PINTO, V. C. M.; CESÁRIO, T. D. M.; RIBEIRO CAMPOS, N. M.; SANTANA, E. E.; et al. Biological Maturation and Hormonal Markers, Relationship to Neuromotor Performance in Female Children. **Int j environ res publichealth**, v.17, n. 9, p. e3277, 2020.
- DE ALMEIDA-NETO, P.F.; DANTAS, P.M.S.; PINTO, V.C.M.; CESÁRIO, T.D.M.; CAMPOS, N.M.R.; SANTANA, E.E.; et al. Biological Maturation and Hormonal Markers, Relationship to Neuromotor Performance in Female Children. **Int J Environ Res Public Health**, v. 17, p. e3277, 2020.
- DICESARE, C.A.; MONTALVO, A.; FOSS, K.D.B.; THOMAS, S.M.; HEWETT, T.E.; JAYANTHI, N.A.; et al. Sport Specialization and Coordination Differences in Multisport Adolescent Female Basketball, Soccer, and Volleyball Athletes. **J Athl Train**, v. 54, p. 1105–1114, 2019.
- FORZA, J.; EDMUNDSON, C.J. Comparison between Gyko inertial sensor and Chrono jump contact mat for the assessment of Squat Jump, Countermovement Jump and Abalakov Jump in amateur male volleyball players, amateur male rugby players and in high school students. **J Multidiscip Eng Sci Technol**, v. 6, p. 9982–9988, 2019.
- GOSWAMI, B.; ROY, A.S.; DALUI, R.; BANDYOPADHYAY, A. Impact of pubertal growth on physical fitness. **Am J Sport Sci. Med**, v. 2, p. 34–39, 2014.
- KARUPAIAH, T. Limited (ISAK) profiling the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). **J. Renal Nutr Metabol**, v. 3, n. 11, p. e11, 2018.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta Jovem: do crescimento à maturação**. Editora Roca, 2002.
- MALINA, R.M.; ROGOL, A.D.; CUMMING, S.P.; SILVA, M.J.C.; FIGUEIREDO, A.J. Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications. **Br J Sports Med**, v. 49, p. 852–859, 2015.

- MATSUDO, V. K.; RIVET, R. E.; PEREIRA, M. H. Standard score assessment on physique and performance of Brazilian athletes in a six tiered competitive sports model. **J Sports Sci**, v. 5, n. 1, p. 49-53, 1987.
- MELLO, J.B.; NAGORNY, G.A.K.; HAIACHI, M.D.C.; GAYA, A.R.; GAYA, A.C.A. Projeto Esporte Brasil: Physical fitness profile related to sport performance of children and adolescents. **Rev Bras Cineant Desempenho Hum**, v. 18, p. 658–666, 2016.
- MIRWALD, R.L.; BAXTER-JONES, A.D.; BAILEY, D.A.; BEUNEN, G.P. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, p. 689–694, 2002.
- MOODIE, J.L.; CAMPISI, S.C.; SALENA, K.; WHEATLEY, M.; VANDERMORRIS, A.; BHUTTA, Z.A. Timing of Pubertal Milestones in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Adv Nutr**, v. 11, p. 951–959, 2020.
- NIMPFIUS, S.; CALLAGHAN, S.J.; BEZODIS, N.E.; LOCKIE, R.G. Change of Direction and Agility Tests: Challenging our current measures of performance. **Strength Cond J**, v. 40, p. 26–38, 2018.
- PERINI, T.A.; DE OLIVEIRA, G.L.; ORNELLAS, J.D.S.; DE OLIVEIRA, F.P. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. **Rev Bras Med Esporte**, v. 11, p. 81-85, 2005.
- PINTO, V.C.M.; DOS SANTOS, P.G.M.D.; DANTAS, M.P.; ARAÚJO, J.P.D.F.; CABRAL, S.D.A.T.; CABRAL, B.G.D.A.T. Relationship between skeletal age, hormonal markers and physical capacity in adolescents. **J Hum Growth Dev**, v. 27, p. 77–83, 2017.
- SADIQ, M.N.; SHAMIM, A.; AZEEM, M.; HUSSAIN, S.; HAQ, A.U.; MURTAZA, N. Correlation Between Serum IGF-1 Levels and CVM Stages for the Assessment of Skeletal Maturity. **JPDA**, v. 29, p. 9-13, 2020.
- SAÑUDO, B.; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J.; BERNARDO-FILHO, M.; ABDI, E.; TAIAR, R.; NÚÑEZ, J. Abdi Integrative Neuromuscular Training in Young Athletes, Injury Prevention, and Performance Optimization: A Systematic Review. **Appl Sci**, v. 9, p. e3839, 2019.
- SCHOBBER, P.; BOER, C.; SCHWARTE, L.A. Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. **Anesth. Anal**, v. 126, p. 1763–1768, 2018.
- STROBE. **Checklist Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology**. Disponível em: <<https://www.strobe-statement.org/index.php?id=strobe-home>>. Acessado em: 15/03/2020.
- SUCHOMEL, T.; NIMPFIUS, S.; STONE, M.H. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. **Sports Med**, v. 46, p. 1419–1449, 2016.
- WONDISFORD, F.E. **Essentials of Endocrinology and Metabolism: A Practical Guide for Medical Students**. Springer Science and Business Media LLC: Berlim, v. 1, p. 279-287, 2020. ISBN 978-3-030-39572-8.
- YANG, J.; CHRISTOPHI, C.A.; FARIOLI, A.; BAUR, D.M.; MOFFATT, S.; ZOLLINGER, T.W.; et al. Association Between Push-up Exercise Capacity and Future Cardiovascular Events Among Active Adult Men. **JAMA Netw**, v. 2, p. e188341, 2019.

EFEITO DA PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE DESEMPENHO DE JOVENS NADADORES

Victor Sabino de Queiros, Matheus Dantas e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

O objetivo do nosso estudo foi analisar o efeito de um protocolo de pré-condicionamento isquêmico (PCI) de ciclo único sobre o desempenho na modalidade de nado crawl de 100 metros (m). Foram recrutados dezesseis (16) nadadores, constituídos por 8 atletas do sexo feminino ($12,9 \pm 0,88$ anos) e 8 atletas do sexo masculino ($13,1 \pm 0,88$ anos). Em um desenho cruzado randomizado, todos os atletas realizaram um sprint crawl frontal de 100 m precedido por ciclo de IPC ou placebo (PLAC). No estudo PCI, um manguito pneumático foi colocado na coxa proximal e inflado a uma pressão equivalente a 80% da oclusão arterial e permaneceu inflado por 5 minutos (isquemia); no ensaio PLAC, o manguito permaneceu insuflado pelo mesmo período de tempo, mas em níveis baixos de pressão externa (20 mmHg). Os voluntários iniciaram o teste cinco minutos após a liberação da pressão do manguito (reperusão). Não foi possível verificar diferenças significativas no tempo (segundos) necessário para completar o teste entre a IPC e a intervenção placebo ($75,68 \pm 7,2$ e $75,75 \pm 8,1$ segundos, respectivamente; $p = 0,916$). Portanto, podemos concluir que o protocolo de pré-condicionamento isquêmico testado parece não ser suficiente para proporcionar melhora do desempenho de 100-m crawl.

Palavras-chave: Condicionamento, Desempenho e Nadadores.

ABSTRACT

The aim of our study was to analyze the effect of a single-cycle ischemic preconditioning (IPC) protocol on performance in the 100-meter (m) front crawl swimming modality. Sixteen (16) swimmers were recruited, constituted by 8 female athletes (12.9 ± 0.88 years) and 8 male athletes (13.1 ± 0.88 years). In a randomized cross-over design, all athletes performed a 100-m front crawl sprint preceded by IPC or placebo (PLAC) cycle. In the IPC trial, a pneumatic cuff was attached to the proximal thigh and was inflated at a pressure equivalent to 80% of arterial occlusion and remained inflated for 5 minutes (ischemia); in the PLAC trial the cuff remained inflated for the same amount of time, but at low external pressure levels (20mmHg). The volunteers started the test five minutes after cuff pressure release (reperfusion). It was not possible to verify significant differences within the time (seconds) required to complete the test between the preconditioning ischemia and placebo interventions (75.68 ± 7.2 and 75.75 ± 8.1 seconds, respectively; $p=0.916$). Therefore, we can conclude that the tested IPC protocol does not seem to be sufficient to provide performance improvement in 100-meter front crawl in young athletes.

Keywords: Conditioning, Performance and Swimmers.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de breves períodos (~5 minutos) de isquemia e reperfusão [i.e., pré-condicionamento isquêmico (IPC)] em determinado tecido detém capacidade de atenuar o dano causado por uma isquemia prolongada (SHARMA et al., 2015). Este efeito protetor parece ser conferido pela liberação de substâncias vasodilatadoras (LIU et al., 1991) e alterações no metabolismo energético (PANG et al., 1995). Além do efeito protetor, as alterações fisiológicas causadas pelo IPC parecem maximizar o desempenho físico (DE GROOT et al., 2010).

De Groot et al. (2010) verificaram que um protocolo de IPC composto por 3 ciclos de isquemia intercalado por 3 ciclos de reperfusão melhorou em 3% o consumo máximo de oxigênio e 1,6% na produção de energia em um teste incremental com ciclistas. Posteriormente, foi verificado que um protocolo de IPC similar foi capaz de reduzir o tempo necessário para conclusão de uma corrida de 5 quilômetros (BAILEY et al., 2012). A maioria das evidências suporta algum efeito ergogênico da IPC para testes físicos de natureza aeróbica (SAVADOR et al., 2016). Por outro lado, os resultados são ambíguos para testes físicos de curta duração. Enquanto alguns estudos reportam melhora do desempenho (LISBÔA et al., 2017), outros estudos apresentam efeito nulo (GIBSON et al., 2013; GIBSON et al., 2015) ou até mesmo declínio de desempenho (PAIXAO et al., 2014).

A maioria dos estudos focou em protocolos compostos por 3-4 ciclos de isquemia e reperfusão, totalizando 30-40 minutos. Porém, foi demonstrado que o limiar para os efeitos do IPC é alcançado com apenas 5 minutos de oclusão do fluxo sanguíneo, independentemente do número de ciclos usados (GHOSH et al., 2000). Em complemento, Beaven et al. (2012) verificaram que um protocolo de IPC com 6 minutos (2x3) de duração foi capaz de aumentar o desempenho de distintas capacidades físicas. Tais achados fornecem indícios de que protocolos de IPC com baixo volume podem propiciar melhora de desempenho, sendo uma opção mais viável para atletas e técnico (MAROCOLO et al., 2017).

Considerando os resultados ambíguos em torno do efeito da IPC sobre testes físicos de curta duração e a escassez de estudos analisando protocolos de IPC que demandam de uma menor quantidade de tempo, nosso trabalho tem como objetivo analisar o efeito de um protocolo composto por 1 ciclo de IPC (10 minutos) sobre desempenho dos 100 metros nado crawl. Identificar estratégias que consigam maximizar o desempenho neste tipo de teste

apresenta alta relevância, tendo em vista que este tipo de prova pode ser definido por diferenças de milésimos de segundos.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1 AMOSTRA

A amostra foi composta por 16 jovens nadadores de nível nacional, 8 meninos e 8 meninas. Como critério de inclusão, os voluntários deveriam praticar o esporte por um período de pelo menos 4 anos (frequência de treinamento ≥ 3 vezes por semana), não utilizar substâncias com capacidade de otimizar o desempenho esportivo (isto é, suplementos alimentares, medicamentos), não apresentar lesões osteomioarticulares recentes e normalidade na pressão arterial de repouso. O estudo foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) (Parecer: 3.464.925).

Tabela 1: Caracterização da amostra avaliada.

	Meninos (n=8)	Meninas (n=8)
Idade (anos)	13,1 \pm 0,8	12,9 \pm 0,8
Estatuta (cm)	165,5 \pm 8	161,1 \pm 8
Massa corporal (kg)	49,8 \pm 10,2	49,8 \pm 10,2
Percentual de gordura	18,8 \pm 5,3%	22,8 \pm 6,06%

2.2 DESENHO EXPERIMENTAL

Todos os voluntários fizeram três visitas ao laboratório. O primeiro encontro foi utilizado para coletar variáveis antropométricas, hemodinâmicas, de composição corporal [densitometria de dupla emissão de raios-X (Lunar® / G.E PRODIGY - LNR 41.990, Estados Unidos)] e aplicar um teste de familiarização. Aleatoriamente, as visitas dois e três foram direcionadas a placebo (PLAC) ou IPC. Os testes foram realizados em dias diferentes, não consecutivos (wash-out de 7 dias) e no mesmo horário (18:00 - 21:00). Os voluntários foram orientados a usar os mesmos trajes na condição experimental e controle. A avaliação de

desempenho consistiu em um sprint de 100 m crawl, precedido pelo protocolo experimental. Todos os testes foram realizados fora do período de competição e os atletas estavam treinando 5 vezes por semana por cerca de 120 min. Para evitar qualquer interferência nas avaliações, os voluntários foram instruídos a se abster de qualquer atividade vigorosa (incluindo sessões de treinamento) ou de consumir alimentos / bebidas contendo cafeína nas 72 horas anteriores a cada ensaio.

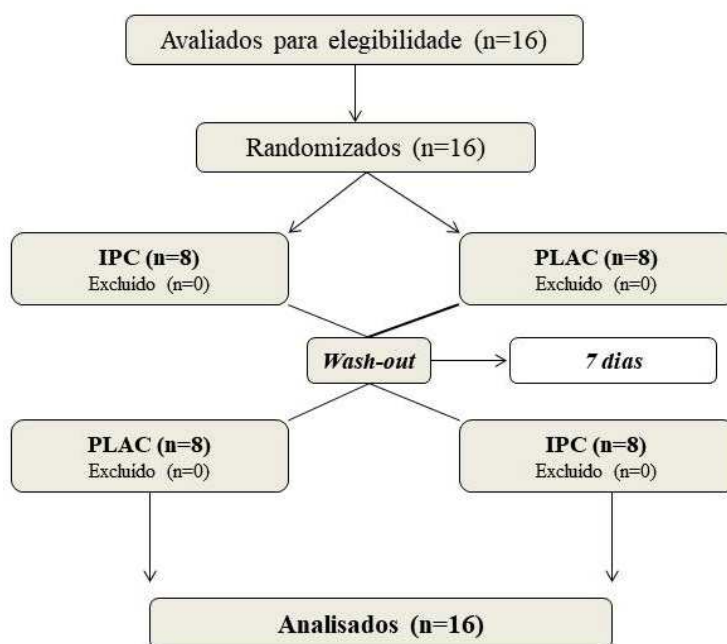


Figura 1. Fluxograma do estudo.

Legenda: IPC = pré-condicionamento isquêmico; PLAC = Placebo.

2.3 DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DE RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO

A pressão de oclusão total (POT) foi obtida por meio de doppler vascular portátil de alta sensibilidade (MedPej®, DF-7001 VN, Ribeirão Preto, São Paulo - Brasil), após os indivíduos repousarem por 5 minutos em decúbito dorsal em uma maca. A sonda foi fixada acima da artéria tibial com o objetivo de captar o pulso auscultatório. Para obter os valores de pressão (mmHg) necessários para promover a oclusão total do membro vascular (eliminação do pulso), um manguito de pressão padrão foi fixado na parte proximal da coxa e inflado até o ponto em que o pulso auscultatório desapareceu (LAURENTINO et al., 2012). As medidas foram realizadas em ambos os membros, considerando que diferenças bilaterais

nos níveis de POT dos membros inferiores foram relatadas em um estudo anterior (NETO et al., 2018), e sempre foram iniciadas pelo membro direito.

2.4 IPC E PROTOCOLO DE CONTROLE

O protocolo do IPC consistia em 5 min de isquemia e 5 min de reperfusão (10 min = 1 ciclo). Para isso, um manguito pneumático (800 x 70 mm) foi fixado abaixo da prega inguinal e insuflado até atingir valores de pressão equivalentes a 80% do POT. Anteriormente, foi demonstrado que essa pressão relativa combinada com exercícios de baixa intensidade induziu mudanças na função neuromuscular (FATELA et al., 2016). Os participantes foram solicitados a cada 1 minuto para informar ao pesquisador se eles poderiam ou não completar o protocolo de isquemia. Reproduzimos as mesmas condições do IPC para o PLAC, mas foi adotado um protocolo previamente proposto em que o manguito permanecia insuflado a 20 mmHg (LISBÔA et al., 2017). Ambos os protocolos foram realizados com os sujeitos na posição supina.

2.5 TESTE DE DESEMPENHO (TEMPO PARA 100 M-CRAWL)

Os voluntários foram para uma piscina de 25 m no final dos protocolos IPC e PLAC, onde foram instruídos a nadar 100 m o mais rápido possível. O teste foi iniciado ao som de um apito, com os voluntários partindo de dentro da piscina para que sua técnica de mergulho não interferisse nos resultados. O tempo necessário para completar o teste foi marcado por três avaliadores esportivos habilidosos e experientes usando três cronômetros, e a média entre os tempos foi usada para análise (FERREIRA et al., 2016). Nenhum dos avaliadores tinha conhecimento do tipo de intervenção aplicada (IPC ou PLAC) aos voluntários. Além disso, os atletas só tiveram acesso ao horário de teste após a última coleta. Imediatamente após o teste de desempenho, os participantes foram instruídos a relatar sua percepção de esforço percebido (PSE) para aquela tarefa usando a escala Borg category-rate 10 (CR10) com indicadores visuais e numéricos (ZAMUNÉR et al., 2011).

2.6 ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi confirmada com o teste de Shapiro-Wilk. As diferenças entre as duas condições de exercício foram investigadas com testes t de amostras pareadas

após a confirmação da distribuição gaussiana dos dados com um limite de significância de 5%. Os tamanhos de efeito (ES) foram calculados pelo d de Cohen (ES trivial <0,2; ES pequeno = 0,2-0,6; ES moderado = 0,6-1,2; ES grande = 1,2-2,0; muito grande = 2,0-4,0) (COHEN, 1988).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma diferença significativa foi relatada entre as condições PLAC e IPC no desempenho dos 100 m-crawl para meninos ($t_{(7)} = -0.576$; $p=0.583$; $d=0.08$; $CI_{95\%} = -3.31$ to 2.01), meninas ($t_{(7)}=-0.737$; $p=0.485$; $d=-0.11$; $CI_{95\%} = -1.13$ to 2.13) e total ($t_{(15)}= 0.108$; $p=0.916$; $d=0.09$; $CI_{95\%} = -1.32$ to 1.46).

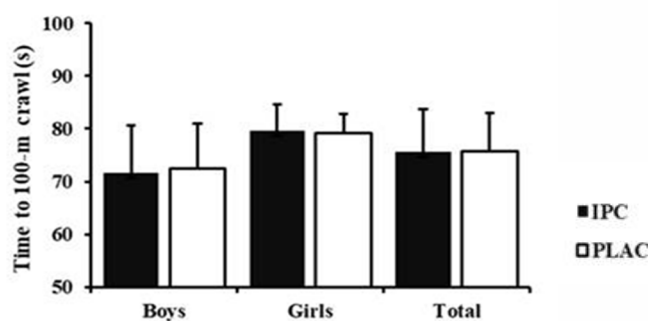


Figura 2. Efeito da IPC sobre tempo necessário para conclusão dos 100-m crawl. Legenda: IPC = pré-condicionamento isquêmico; PLAC = Placebo.

Anteriormente, descobriu-se que breves períodos de isquemia intercalados pela reoxigenação do tecido muscular são capazes de maximizar o desempenho físico. Na maioria das vezes, são aplicados 3-4 ciclos de IR com duração de 5 min, totalizando 30-40 min (DE GROOT et al., 2010; CLEVIDENCE et al., 2012; BAILEY et al., 2012; FERREIRA et al., 2016). Alguns autores utilizam esse número devido às respostas observadas em modelos animais (DE GROOT et al., 2010). No entanto, Beavem et al. (2012) encontraram melhora no desempenho físico em 24 horas após a execução de um protocolo de isquemia e reperfusão (IR), consistindo em ciclos de 2x3 min vascular oclusão (VO) aplicados unilateralmente por meio de manguitos pneumáticos nos membros inferiores. Portanto, protocolos mais curtos parecem ter efeito ergogênico, sendo uma opção mais vantajosa para técnicos e atletas.

Jean-St-Michel et al. (2011) encontraram uma melhora significativa no desempenho de 100 m de natação usando o melhor estilo de braçada do atleta após realizar um protocolo de IPC de membro superior de 40 min (4 ciclos de isquemia intercalados com 4 ciclos de reperfusão). Além da duração do protocolo e do local de aplicação, o estudo em questão difere do nosso no intervalo de tempo estabelecido entre o IPC e os testes físicos (45 min versus imediatamente após). Embora não haja consenso sobre o momento ideal para o IPC ter um efeito ergogênico, alguns autores não relataram melhora (GIBSON et al., 2013; GIBSON et al., 2015) e até mesmo desempenho reduzido (PAIXAO; DA MOTA; MAROCOLO, 2014) em intervenções que usam períodos curtos entre o IPC e os testes físicos anaeróbios.

Esses achados podem ser justificados por alterações metabólicas (ou seja, redução de fosfocreatina, ATP, conteúdo total de nucleotídeos de adenosina) causadas por IPC nos principais músculos envolvidos no exercício (SALVADOR et al., 2016). Ao considerar que os efeitos do IPC parecem ser sistêmicos, Salvador et al. (2016) ressaltam que o IPC aplicado remotamente pode ser uma opção mais vantajosa, pois o atleta se beneficiaria do efeito sistêmico, sem as alterações metabólicas negativas inerentes à técnica. Dentro dessa perspectiva, optou-se pela oclusão dos membros inferiores, uma vez que exercem menor quantidade de trabalho durante o nado crawl (FIGUEIREDO et al., 2013) e mostraram-se capazes de induzir melhora do desempenho durante o crawl de 50 m (FERREIRA et al., 2016). Ainda assim, não foi observada diferença entre as condições testadas, o que pode indicar a necessidade de uma janela de tempo maior entre a realização do IPC e o esforço físico de natureza anaeróbia.

Para PSE, diferenças significativas foram identificadas no grupo total ($t_{(15)} = -2.406$; $p = 0.02$; $d = -0.58$; $CI_{95\%} = -1.65$ to -0.10), mas não após a estratificação ($t_{(7)} = 1.433$; $p = 0.195$; $d = -0.5$; $CI_{95\%} = -0.56$ to 2.31 and $t_{(7)} = 1.986$; $p = 0.08$; $d = -1.18$; $CI_{95\%} = -0.16$ to 1.91 , para meninas e meninos, respectivamente).

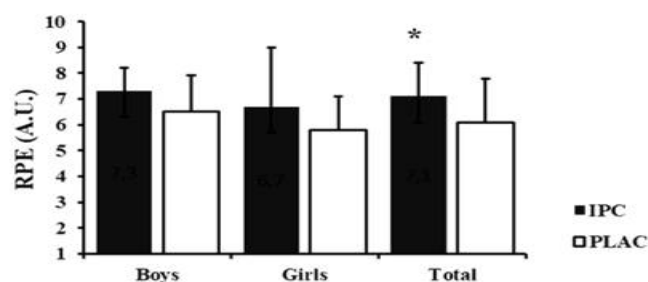


Figura 3. Efeito da IPC sobre PSE reportada após conclusão dos 100-m crawl.
Legenda: IPC = pré-condicionamento isquêmico; PLAC = Placebo.

Postulamos que o tempo estabelecido entre o IPC e o teste físico também explica um maior PSE na condição IPC. Foi demonstrado que o IPC aplicado no membro inferior (15 min de isquemia + 15 min de reperfusão) não teve efeito no PSE relatado após sprints de água, no entanto, foi estabelecido um período mínimo de 30 min entre o protocolo de oclusão do fluxo sanguíneo da coxa e a realização o teste físico (FERREIRA et al., 2016). O curto tempo despendido após a manobra de VO dos membros poderia fornecer um estímulo adicional para exacerbar a PSE, considerando o modelo teórico baseado em feedback aferente (PAGEAUX, 2016). De acordo com essa teoria, o feedback dos aferentes nos grupos III e IV (ou seja, terminações nervosas sensíveis a mudanças químicas e mecânicas) seria o estímulo responsável por um aumento no PSE (PAGEAUX, 2016). Portanto, é plausível que o acúmulo de fatores metabólicos da condição isquêmica (LOENNEKE, WILSON, WILSON, 2009) possa ter modulado a PSE, via feedback aferente.

Além disso, um aspecto relevante do presente estudo é o fato de este ser o primeiro trabalho com uma amostra composta exclusivamente por atletas adolescentes, que por sua vez possuem uma fisiologia distinta de seus pares adultos (ARMSTRONG; BARKER; MCMANUS, 2015). Por exemplo, adolescentes exibem menor atividade de certas enzimas glicolíticas do que seus pares adultos (ARMSTRONG; BARKER; MCMANUS, 2015). Essa característica deve ser considerada, considerando que a condição hipóxica estimula a liberação do fator 1 induzido por hipóxia (HIF-1), um agente capaz de aumentar a taxa glicolítica por meio da suprarregulação das enzimas do metabolismo glicolítico (PAPANDREOU et al., 2006) que pode ser interessante em atividades de sprint. Portanto, a imaturidade do metabolismo glicolítico apresentada pelos adolescentes pode limitar os efeitos ergogênicos nas atividades de curta duração. Além disso, adolescentes apresentam menores percentuais de fibras do tipo II do que seus pares adultos (ARMSTRONG; BARKER; MCMANUS, 2015), aspecto que poderia limitar um possível efeito de potenciação pós-ativação (PAP) gerado pelo VO do membro, conforme relatado em outro estudo (DOMAS et al., 2020). Fortalecendo essa teoria, Arabatzi et al. (2014) verificaram um efeito da idade sobre o efeito de um protocolo PAP, quando descobriram que adolescentes não se beneficiaram com um protocolo PAP, mas sim seus pares adultos.

Nosso estudo apresenta algumas limitações que precisam ser destacadas: (i) Não foi utilizado um aquecimento específico e embora tenha sido sugerido anteriormente que o aquecimento pode atenuar o efeito do IPC, este procedimento está presente no ambiente competitivo; (ii) A ausência de um estudo que avaliasse o efeito do IPC em amostras compostas exclusivamente por adolescentes limita nossa capacidade discursiva.

4. CONCLUSÃO

A realização do protocolo de 1 ciclo de pré-condicionamento isquêmico não foi capaz de exercer efeito ergogênico imediato na performance de sprint de 100 metros no nado livre em adolescentes. O fato de que o único estudo que empregou um número de ciclos menor que o previsto anteriormente na literatura (3 a 4 ciclos) identificou melhora do desempenho físico, principalmente, após 24 horas, levar-nos a acreditar que o tempo estabelecido entre a técnica e o esforço físico foi um dos determinantes para nossos achados. Acrescenta-se, que este é o primeiro trabalho realizado com uma população de atletas adolescentess, sendo assim, até então não se sabe como esse grupo pode responder a intervenções. Portanto, sugerimos a realização de novos estudos com essa população, analisando o efeito ergogênico deste mesmo protocolo com uma maior quantidade de tempo entre o pré-condicionamento isquêmico e o esforço físico.

5. REFERÊNCIAS

ARABATZI, F.; PATIKAS, D.; ZAFEIRIDIS, A.; GIAVROUDIS, K.; KANNAS, T.; GOURGOULIS, V.; KOTZAMANIDIS, C.M. The post-activation potentiation effect on squat jump performance: Age and sex effect. **Pediatric exercise Science**, v. 26, n. 2, p. 187-194, 2014.

ARMSTRONG, N, BARKER, AR, MCMANUS, AM. Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance?. **Br J Sports Med**, v. 49, n. 13, p. 860-864, 2015.

BAILEY TG, JONES H, GREGSON W, ATKINSON G, CABLE, NT, THIJSSSEN DH. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 44, n. 11, p. 2084-2089, 2012.

BEAVEN CM, COOK CJ, KILDUFF L, DRAWER S, GILL N. Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 37, n. 6, p. 1132-1139, 2012.

CLEVIDENCE, M.W., MOWERY RE, KUSHNICK, MR. The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 10, p. 3649-3654, 2012.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2^a ed. Hillsdale, NJ Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

- DE GROOT PC, THIJSSSEN DH, SANCHEZ M, ELLENKAMP R, HOPMAN MT. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 1, p. 141-146, 2010.
- DOMA, K.; LEICHT, A.S.; BOULLOSA, D.; WOODS, C.T. Lunge exercises with blood-flow restriction induces post-activation potentiation and improves vertical jump performance. **Eur J Appl Physiol**, v. 120, n. 3, p. 687-695, 2020.
- FATELA, P.; REIS, J.F.; MENDONCA, G.V.; AVELA, J.; MIL-HOMENS, P. Acute effects of exercise under different levels of blood-flow restriction on muscle activation and fatigue. **Eur J Appl Physiol**, v. 116, n. 5, p. 985-995, 2016.
- FERREIRA, T.N.; SABINO-CARVALHO, J.L.; LOPES, T.R.; RIBEIRO, I.C.; SUCCI, J.E.; DA SILVA, A.C.; et al. Ischemic preconditioning and repeated sprint swimming: a placebo and nocebo study. **Med Sci Sports Exerc**, v. 48, n. 10, p. 1967-1975, 2016.
- FIGUEIREDO, P.; ROUARD, A.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Upper-and lower-limb muscular fatigue during the 200-m front crawl. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 38, n. 7, p. 716-724, 2013.
- GHOSH, S.; STANDEN, N.B.; GALIÑANES, M. Preconditioning the human myocardium by simulated ischemia: studies on the early and delayed protection. **Cardiovasc Res**, v. 45, n. 2, 339-350, 2000.
- GIBSON, N.; MAHONY, B.; TRACEY, C.; FAWKNER, S.; MURRAY, A. Effect of ischemic preconditioning on repeated sprint ability in team sport athletes. **J Sports Sci**, v. 33, n. 11, p. 1182-1188, 2015.
- GIBSON, N.; WHITE, J.; NEISH, M.; MURRAY, A. Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 8, n. 6, p. 671-676, 2013.
- JEAN-ST-MICHEL, E.; MANLHIOT, C.; LI, J.; TROPAK, M.; MICHELSEN, M.M.; SCHMIDT, M.R.; et al. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1280-1286, 2011.
- LAURENTINO, G.C.; UGRINOWITSCH, C.; ROSCHEL, H.; AOKI, M.S.; SOARES, A.G.; MANOEL NEVES, J.R.; et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Med Sci Sports Exerc**, v. 44, n. 3, p. 406-412, 2012.
- LISBÔA, F.D.; TURNES, T.; CRUZ, R.S.; RAIMUNDO, J.A.; PEREIRA, G.S.; CAPUTO, F. The time dependence of the effect of ischemic preconditioning on successive sprint swimming performance. **J Sports Sci Med**, v. 20, n. 5, p. 507-511, 2017.
- LIU, G.S.; THORNTON, J.; VAN WINKLE, D.M.; STANLEY, A.W.; OLSSON, R.A.; DOWNEY, J.M. Protection against infarction afforded by preconditioning is mediated by A1 adenosine receptors in rabbit heart. **Circulation**, v. 84, n. 1, p. 350-356, 1991.
- LOENNEKE, J.P.; WILSON, G.J.; WILSON, J.M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 1, p. 1-4, 2010.
- MAROCOLO, M.; BILLAUT, F.; DA MOTA, G.R. Ischemic preconditioning and exercise performance: an ergogenic aid for whom?. **Front. Physiol**, v. 9, p. e1874, 2018.

- NETO, G.R.; SILVA, J.C.; UMBELINO, R.K.; SILVA, H.G.; NETO, P.; ELÍSIO, A.; et al. Are there differences in auscultatory pulse in total blood flow restriction between positions, limbs and body segments?. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho**, v. 20, n. 5, p. 381-390, 2018.
- PAGEAUX, B. Perception of effort in exercise science: definition, measurement and perspectives. **Eur J Appl Physiol**, v. 16, n. 8, p. 885-894, 2016.
- PAIXAO, R.C.; DA MOTA, G.R., MAROCOLO, M. Acute effect of ischemic preconditioning is detrimental to anaerobic performance in cyclists. **Int J Sports Med**, v. 35, n. 11, p. 912-915, 2014.
- PANG, C.Y.; YANG, R.Z.; ZHONG, A.; XU, N.; BOYD, B.; FORREST, C.R. Acute ischaemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig. **Cardiovasc Res**, v. 29, n. 6, p. 782-788, 1995.
- PAPANDREOU, I.; CAIRNS, R.A.; FONTANA, L.; LIM, A.L.; DENKO, N.C. HIF-1 mediates adaptation to hypoxia by actively downregulating mitochondrial oxygen consumption. **Cell Metab**, v. 3, n. 3, p. 187-197, 2006.
- SALVADOR, A.F.; DE AGUIAR, R.A.; LISBÔA, F.D.; PEREIRA, K.L.; CRUZ, R.S.D.O.; CAPUTO, F. Ischemic preconditioning and exercise performance: a systematic review and meta-analysis. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 11, n. 1, p. 4-14, 2016.
- SHARMA, V.; MARSH, R.; CUNNIFFE, B.; CARDINALE, M.; YELLON, D.M.; DAVIDSON, S.M. From protecting the heart to improving athletic performance—the benefits of local and remote ischaemic preconditioning. **Cardiovasc Drugs Ther**, v. 29, n. 6, p. 573-588, 2015.
- ZAMUNÉR, A.R.; MORENO, M.A.; CAMARGO, T.M.; GRAETZ, J.P.; REBELO, A.C.; TAMBURÚS, N.Y.; et al. Evaluation of subjective perception of anaerobic threshold effort with the Borg CR-10 scale. **J Sports Sci Med**, v. 10, n. 1, p. 130-136, 2011.

ASSOCIAÇÃO DA CAPACIDADE DE SPRINTS REPETIDOS COM O MAGNÉSIO SÉRICO EM CRIANÇAS PRATICANTES DE VOLEIBOL DE AMBOS OS SEXOS

Kezianne R. Castro, Paulo Francisco de Almeida-Neto, Leandro Medeiros da Silva, Eduardo Estevan Santana e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

Em reações de produção de energia (rápida) e manutenção de funções neuromusculares, o magnésio (Mg) mostra-se um intermediário metabólico eficaz, o que o torna essencial em esportes com características intermitentes, em especial nos esportes que exigem o uso da capacidade de sprints repetidos (CSR). O presente estudo, teve por objetivo analisar a associação entre o status de Mg e CSR. A pesquisa foi transversal, com amostra composta por 31 crianças (idade = $11,9 \pm 1,5$) de ambos os sexos participantes de um projeto de iniciação esportiva. Determinou-se o status de Mg através de dosagem sanguínea e a capacidade de sprints repetidos através do protocolo de 6 x 20 metros com 20 segundos de descanso. Não foram encontradas associações significantes entre a capacidade de CSR e o status de Mg ($p > 0.05$). O magnésio sérico não teve relação com o melhor tempo nos testes de sprints repetidos em sujeitos com níveis séricos adequados.

Palavras-chave: Sprints, Magnésio e Voleibol.

ABSTRACT

In energy production reactions (rapid) and maintenance of neuromuscular functions, magnesium (Mg) is shown to be an effective metabolic intermediate. Which makes Mg essential in sports with intermittent characteristics, especially in sports that require the use of the capacity of repeated sprints (CSR). The present study aimed to analyze the association between mg and CSR status. The research was cross-sectional, with a sample composed of 31 children (age = 11.9 ± 1.5) of both sexes participating in a sports initiation project. Mg status was determined by blood dosage and the ability of repeated sprints through the 6 x 20 meters protocol with 20 seconds of rest. No significant associations were found between CSR capacity and Mg status ($p > 0.05$). Serum magnesium was not related to the best time in repeated sprint tests in subjects with adequate serum levels.

Keywords: Sprints, Magnesium and Volleyball.

1. INTRODUÇÃO

Durante a iniciação esportiva, em programas de seleção de jovens talentos recomenda-se levar em consideração as demandas fisiológicas exigidas em cada esporte

específico e a individualidade biológica de cada sujeito (MALINA; BOUCHARD, 2002). Em esportes coletivos, como o voleibol, características intermitentes realizadas em quadra durante o jogo, são caracterizadas por sprints de curta duração e alta intensidade intercalados por curtos períodos de recuperação (ABDELKRIM et al., 2011).

Deste modo, a condição do atleta manter o desempenho durante diversas séries de sprint pode ser reportada pelo teste de capacidade de sprints repetidos (CSR), esse tipo de procedimento é apontado como importante para modalidades coletivas devido à similaridade das demandas exigidas em modalidades intermitentes, tanto para atletas infantis quanto adultos (GIRARD et al., 2011).

As ações que são executadas durante as partidas (*sprints* e saltos) são totalmente dependentes do aporte adequado de energia fornecido pelas vias aeróbica e anaeróbica reguladas por inúmeros fatores, dentre os quais se destaca o magnésio (KASS; SKINNER; POEIRA, 2013; MATIAS et al., 2010), quarto mineral mais abundante no corpo humano em termos de concentração celular atuando como doador de fosfato, cofator de reações enzimáticas magnésio-dependentes ou ativador da própria enzima e peça chave no transporte ativo de cálcio e potássio transmembrana, mecanismo essencial à condução do impulso nervoso, contração muscular, tônus vasomotor e manutenção do ritmo cardíaco (GRÖBER; SCHMIDT; KISTERS, 2015).

Nesta via, o presente estudo traz a hipótese de que o magnésio pode estar associado de forma significativa a CSR. Deste modo, o objetivo da presente pesquisa foi centrado em verificar a associação do magnésio sérico com a CRS em crianças praticantes de voleibol.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Estudo do tipo transversal, onde participaram 31 crianças, de ambos os sexos, com $11,99 \pm 0,10$ de idade, praticantes de voleibol com frequência de duas vezes por semana ($50 \pm 13,8$ Kg; $1,52 \pm 0,10$ m). Para realização da pesquisa, os pais concordaram preenchendo o TCLE e as crianças o TALE, sendo garantido o anonimato dos participantes e confidencialidade dos dados. Foram excluídos da pesquisa sujeitos deficientes em magnésio, em uso de qualquer medicação que pudesse alterar as dosagens bioquímicas ou acometidas por qualquer tipo de lesão que inviabilizasse a execução dos testes físicos.

Instrumentos

Os analitos foram avaliados utilizando os kits Labtest (Lagoa Santa, MG, Brasil) e o equipamento LBMAX PLENNO (LABTEST), no Laboratório Integrado de Análises Clínicas – LIAC, da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Para avaliar os índices de sprint repetido tempo total (Soma de todos os sprints), tempo médio (Média dos sprints), tempo ideal (melhor tempo multiplicado por 6) e decréscimo (Equação 1: Decréscimo do Sprint = (tempo total/tempo ideal) x 100), os sujeitos realizaram protocolo de 6 sprints de 20 metros com intervalos de descanso de 20 segundos, recordados através de fotocélula.

2.1 PROCEDIMENTOS

Os sujeitos foram orientados a realizar um jejum de 12 horas no dia anterior aos testes, e, após o procedimento, receberam um lanche e seguiram para uma quadra coberta a fim de realizarem o teste de capacidade de sprints repetidos, iniciando com um aquecimento de 10 minutos.

Análise estatística

Para testar a normalidade dos dados foi aplicado teste de Shapiro–Wilk e teste de correlação linear de Pearson para verificar a correlação entre o status de magnésio e os índices da capacidade de sprint repetido. Para todas as análises foram adotados o $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em nossa amostra, todas as crianças possuíam níveis normais de concentração sérica de Mg. No entanto, o Mg não apontou associação significativa com o melhor desempenho de sprint ($p=0,06$). Para os demais índices as associações também não foram significantes (Pior sprint, tempo total, decréscimo de sprint e tempo médio) ($p > 0,05$) como mostra a Figura 1. Nica et al. (2015), em uma revisão e literatura, destacam que estudos que a melhora do desempenho neuromuscular em atletas após a suplementação de Mg pode ocorrer porque os sujeitos apontavam déficits de Mg, sugerindo que em indivíduos com níveis normais de Mg a suplementação da substância pode não ser eficaz.

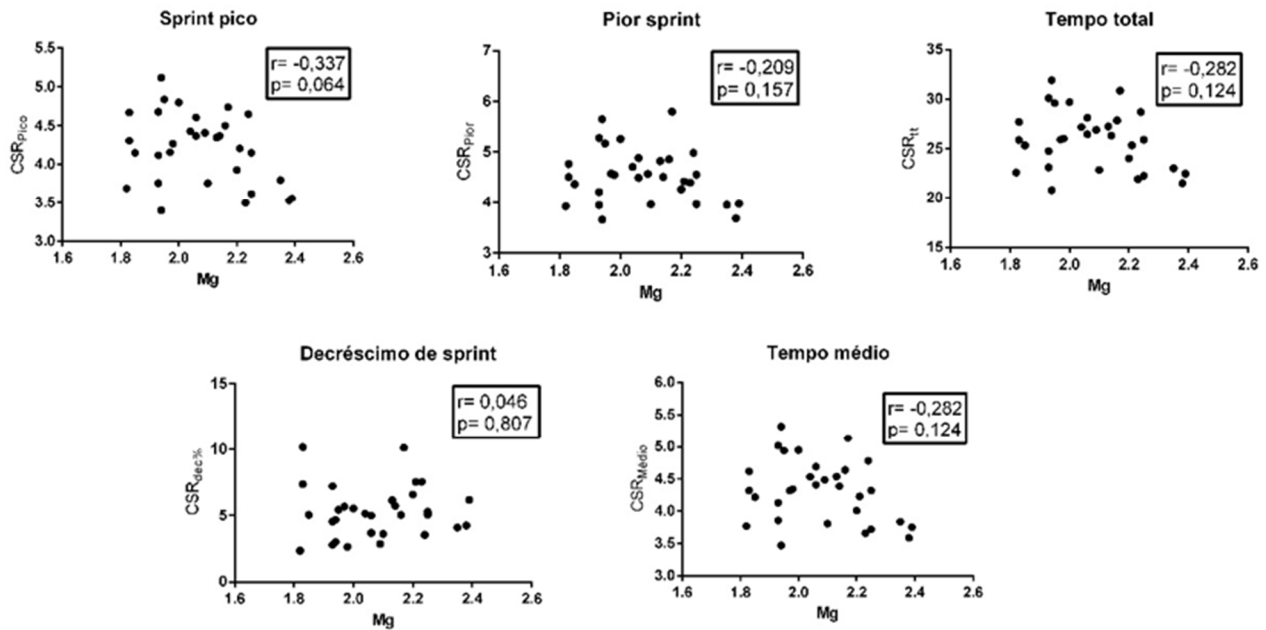


Figura 1. Correlação entre magnésio e índices da capacidade de sprint repetido

Contudo, destaca-se que o magnésio demonstra participação como cofator em reações enzimáticas do metabolismo energético, em particular, na via fosfogênica, bem como demonstra eficiência na participação como cofator da creatina quinase (CK) na reação de conversão de ADP em ATP (RUDE, 2010). Neste sentido, espera-se que sujeitos com níveis normais de Mg, tenham um melhor funcionamento do sistema anaeróbico, o presente estudo não comparou grupos com diferentes níveis de Mg o que limita a discussão sobre a eficácia dos níveis de Mg em relação a CRS.

Deste modo, os resultados da presente pesquisa divergem de achados anteriores da literatura, os quais propuseram analisar a relação entre magnésio e capacidades físicas mostrando que os resultados de performance tem relação com o status do mineral, considerando que, por ter funções críticas no metabolismo, a regulação, em casos de deficiência, se dá através da retenção do mineral, sugerindo que, para um status sérico normal, não haveria alteração da homeostase do magnésio, sendo que nesses casos o mineral não seria capaz afetar a performance (BUCHMAN et al., 1998; NIELSEN; LUKASKI, 2006; CHENG et al., 2010; SANTOS et al., 2011; VOLPE, 2012; KASS et al., 2013; SETARO et al., 2014; CHEN et al., 2014; RAMIREZ, 2017; VORMANN, 2016).

4. CONCLUSÃO

O magnésio sérico não teve relação com o desempenho nos testes de sprints repetidos em crianças praticantes de voleibol de ambos os sexos com níveis séricos adequados. Entretanto, os dados foram obtidos a partir de análise do efeito isolado da concentração de magnésio. Diversos outros fatores podem interferir em uma potencial relação e sugerimos estudos que investiguem modelos complexos de entendimento da capacidade de sprint repetido em crianças; em adultos, é sugerido que a capacidade aeróbica se relaciona com sua capacidade de esforços intermitentes, mas em crianças, que possuem maior predominância do metabolismo aeróbico comparado a adultos, apresentam menor eficiência motora e potenciais fatores de confundimento. O Magnésio pode atuar apenas como um potencializador de uma performance estabelecida.

5. REFERÊNCIAS

ABDELKRIM, N.; BEN, E.L.; FAZAA, S.; EL ATI, J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 2, p. 69–75, 2007.

BUCHMAN, A. L.; DUNN, J. K.; KEEN, C.; COMMISSO, J.; DUNN, J. K.; KILLIP, D.; et al. The effect of a marathon run on plasma and urine mineral and metal concentrations. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 17, n. 2, p. 124–127, 1998.

CHEN, H. Y.; CHENG, F. C.; PAN, H. C.; HSU, J. C.; WANG, M. F. Magnesium enhances exercise performance via increasing glucose availability in the blood, muscle, and brain during exercise. **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, p. e85486, 2014.

CHENG, S. M.; YANG, L. L.; CHEN, S. H.; HSU, M. H.; CHEN, I. J.; CHENG, F. C. Magnesium sulfate enhances exercise performance and manipulates dynamic changes in peripheral glucose utilization. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 2, p. 363–369, 2010.

DOGRAMACI, S.N.; WATSFORD, M. L.; MURPHY, A. J. Time-Motion Analysis of International and National Level Futsal. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 3, n. 25, p. 646–651, 2011.

DOMINGUEZ, L. J.; BARBAGALLO, M.; LAURETANI, F.; BANDINELLI, S.; BOS, A.; CORSI, A. M.; et al. Magnesium and muscle performance in older persons: the InCHIANTI study. **Am J Clin Nutr**, v. 84, n. 2, p. 419–426, 2006.

GIRARD, O.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BISHOP, D. Repeated-sprint ability part I: Factors contributing to fatigue. **Sports Medicine**, v. 41, n. 8, p. 673–694, 2011.

GRÖBER, U.; SCHMIDT, J.; KISTERS, K. Magnesium in prevention and therapy. **Nutrients**, v. 7, n. 9, p. 8199–8226, 2015.

KASS, L. S.; SKINNER, P.; POEIRA, F. A pilot study on the effects of magnesium supplementation with high and low habitual dietary magnesium intake on resting and recovery from aerobic and resistance exercise and systolic blood pressure. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 12, n. 1, p. 144–150, 2013.

MATIAS, C. N.; SANTOS, D. A.; MONTEIRO, C. P.; SILVA, A. M.; RAPOSO, M. D. F.; MARTINS, F.; et al. Magnesium and strength in elite judo athletes according to intracellular water changes. **Magnes Res**, v. 23, n. 3, p. 138–141, 2010.

NIELSEN, F. H.; LUKASKI, H. C. Update on the relationship between magnesium and exercise. **Magnesium Research**, v. 19, n. 3, p. 180-189, 2006.

RAMIREZ, A. V. G. A importância do magnésio na doença cardiovascular. **International Journal of Nutrology**, v. 9, n. 4, p. 242–253, 2017.

RUDE, R. **Magnesium**. In *Encyclopedia of Dietary Supplements*, 2010.

SANTOS, D. A.; MATIAS, C. N.; MONTEIRO, C. P.; SILVA, A. M.; ROCHA, P. M.; MINDERICO, C. S.; et al. Magnesium intake is associated with strength performance in elite basketball, handball and volleyball players. **Magnesium Research**, v. 24, n. 4, p. 215–219, 2011.

SETARO, L.; SANTOS-SILVA, P. R.; NAKANO, E. Y.; SALES, C. H.; NUNES, N., GREVE, J. M.; et al. Magnesium status and the physical performance of volleyball players: effects of magnesium supplementation. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 5, p. 438–445, 2014.

VOLPE, S. L. Magnesium. In ERDMAN JR, J.W.; MACDONALD, I.A.; ZEISEL, S.H. **Present Knowledge in Nutrition**, 10^a ed, Wiley-Blackwell, 2012.

VORMANN, J. Magnesium: Nutrition and Homeostasis. **AIMS Public Health**, v. 3, n. 2, p. 329–340, 2016.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. Editora Roca, 2002.

NICA, A. S.; CARAMOCI, A.; VASILESCU, M.; IONESCU, A. M.; PADURARU, D.; MAZILU, V. Magnesium supplementation in top athletes-effects and recommendations. **Sports Medicine Journal/Medicina Sportivă**, v. 11, n. 1, p. 2482-2494, 2015.

ASSOCIAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS PARA A ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM JOVENS ATLETAS

Tatianny de Macêdo Cesário, Roberto Fernandes da Costa, Paulo Francisco de Almeida-Neto e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

O monitoramento das características antropométricas e da composição corporal de atletas jovens é um procedimento necessário para o processo de seleção esportiva. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi analisar a associação entre diferentes métodos de análise da composição corporal em jovens atletas. Participaram do estudo 72 jovens atletas de ambos os sexos ($14,12 \pm 1,73$). A composição corporal foi medida por uma técnica padrão, a absorciometria por Raios-X de Dupla Energia (DEXA) e por uma técnica duplamente indireta de estimativa da gordura corporal, o Índice de Adiposidade Corporal (IAC). Para as relações do IAC com o DEXA controlamos estatisticamente o efeito da maturação biológica. Foram indicadas associações positivas tanto para o grupo geral ($r = 0,73$, $p < 0,0001$) como para os grupos segmentados por modalidade esportiva (Natação: $r = 0,80$; $p < 0,0001$; Jiu jitsu: $r = 0,88$; $p = 0,001$; Vôlei: $r = 0,82$; $p = 0,005$). Para as modalidades Remo ($r = 0,41$; $p = 0,2$) e Tênis ($r = 0,24$; $p = 0,4$), não foram encontradas associações significantes. O IAC mostra uma associação positiva com a análise da composição corporal pelo DEXA em atletas de natação, jiu jitsu e vôlei, o que sugere que o método pode ser eficaz para a análise do percentual de gordura em jovens atletas destas modalidades.

Palavras-chave: Composição corporal, Jovens atletas e Antropométrica.

ABSTRACT

Anthropometric characteristics and body composition monitoring of young athletes is a necessary procedure for the sports selection process. In this sense, the aim of this study was to analyze the association between different methods of body composition analysis in young athletes. Seventy-two young athletes of both sexes participated in the study (14.12 ± 1.73). Body composition was measured by a standard technique, Dual Energy X-ray absorptiometry (DXA) and by the double indirect technique of body fat estimation, Body Fat Index (BAI). For the relationships of BAI with DXA, statistical effect was controlled to biological maturation. Positive associations were indicated both for the general group ($r = 0.73$, $p < 0.0001$) and for segmented groups by sports modality (Swimming: $r = 0.80$; $p < 0.0001$; Jiu-jitsu: $r = 0.88$; $p = 0.001$; Volleyball: $r = 0.82$; $p = 0.005$). For rowing ($r = 0.41$; $p = 0.2$) and tennis ($r = 0.24$; $p = 0.4$), no significant associations were found. BAI shows a positive association with the analysis of body composition by DXA in swimming, jiu-jitsu and volleyball athletes, which suggests that the method may be effective for the analysis of percentage fat in young athletes of this modalities.

Keywords: Body composition, Young athletes and Anthropometric.

1. INTRODUÇÃO

A composição corporal reflete a acumulação dos nutrientes e substratos energéticos constituindo, em termos gerais, a quantidade e proporção de massa gorda e massa magra, que são componentes importantes tanto para saúde quanto para o desporto (WILLOUGHBY et al., 2018). A composição corporal de atletas varia de acordo com o tipo de esporte (VELEZ et al., 2014; GALETTA et al., 2015, HECTOR; PHILLIPS, 2018), sexo (SANTOS et al., 2014), frequência e duração de cada sessão de treino (ZAPOLSKA et al., 2014).

O monitoramento das características antropométricas e da composição corporal de atletas jovens é um procedimento necessário para o processo de seleção esportiva, sobretudo devido a influência do processo de crescimento e desenvolvimento durante a adolescência (PISKIN et al., 2018). Por esta razão, ferramentas e métodos de fácil aplicação para a avaliação da composição corporal foram desenvolvidos e disponibilizados na prática clínica e nas rotinas de avaliação esportiva (PETROSKI et al., 2007; WILMORE et al., 2010).

Neste sentido, Bergman et al. (2011) propuseram o Índice de Adiposidade Corporal (IAC) que identifica, de forma menos invasiva e mais prática, o excesso de gordura corporal por meio de uma equação composta apenas por duas medidas antropométricas, a estatura e o perímetro do quadril. Entretanto, os estudos acerca do IAC na população geral demonstram que o índice superestima ou subestima a porcentagem de gordura corporal em comparação a outros métodos já publicados na literatura (SEGHETO et al., 2018). Ademais, nas investigações com adolescentes, os estudos constataam associações positivas, médias, baixas ou superestimam valores da gordura corporal quando comparado ao padrão ouro, como a Absorciometria de Energia Dupla de Raios X (DEXA), ou no uso de equações preditivas de gordura por dobras cutâneas (FRIGNANI et al., 2015; SOUZA et al., 2016).

Embora não apresente consenso na literatura quanto a sua validade na população geral (CERQUEIRA et al., 2018), é necessário considerar que o IAC parece demonstrar melhor resultado para estimar gordura corporal em pessoas com baixos percentuais de gordura (FILGUEIRAS et al., 2018). Partindo do pressuposto de que adolescentes atletas podem apresentar percentuais de gordura mais baixos que adolescentes não atletas, nosso estudo apresenta a hipótese de que o IAC pode ser útil para a prática esportiva, podendo ser utilizado em campo prático por profissionais do esporte em avaliações de rotina. Para tanto, o presente estudo tem por objetivo verificar a associação entre diferentes métodos de análise da composição corporal em jovens atletas.

2. MATERIAIS E METÓDO

Trata-se de um estudo observacional descritivo com delineamento transversal, com amostra composta por 72 jovens atletas de esportes distintos (Remo; Natação; Vôlei; Tênis e Jiu Jitsu brasileiro), dos quais 73,3% são do sexo masculino e 26,7% do sexo feminino, com média de idade de $14,12 \pm 1,73$ anos. Os participantes eram integrantes de clubes esportivos da cidade de Natal / RN – Brazil. Como critérios de inclusão, os voluntários deveriam ter entre oito e 16 anos de idade, serem atletas cadastrados em uma entidade federativa do seu respectivo esporte há no mínimo um ano, com frequência semanal de treino superior a três dias. Os atletas que fizessem uso de substâncias exógenas capazes de influenciar na composição corporal, ou que apresentassem alguma doença que interferisse no acúmulo de tecido adiposo, ou ainda que se recusassem a participar da pesquisa não seriam incluídos na amostra.

Todos os participantes e os seus responsáveis foram informados previamente sobre os detalhes da pesquisa e em seguida, assinaram os termos de consentimento e assentimento livre e esclarecido, caso concordassem em fazer parte do estudo. Destacamos que esta pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa – CEP da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Parecer: 3.726.772), respeitando rigorosamente os princípios éticos nacionais e internacionais contidos na declaração de Helsinki. E, além disso, está pesquisa também cumpriu com todas as exigências do checklist internacional STROBE para estudos observacionais (STROBE, 2014).

2.1 ANTROPOMETRIA

As avaliações antropométricas foram baseadas na padronização da ISAK (International Society of the Advancement of Kinanthropometry) (KARUPAIAH, 2018). A massa corporal foi medida com uma balança digital com resolução de 0,1 kg (FILIZOLA®, Brasil). A estatura foi medida com um estadiômetro com resolução de 0,1 cm (SANNY®, Brasil). O perímetro do quadril foi medido com uma trena antropométrica com resolução de 0,1 cm (SANNY®, Brasil). As dobras cutâneas foram medidas com adipômetro científico com resolução de 0,1 mm (SANNY®, Brasil).

2.2 AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO

A maturação somática [*i.e.* Maturação biológica ligada diretamente às alterações na morfologia; tecidos corporais; estrutura óssea, estrutura musculoesquelética, acúmulo de massa gorda, densidade corporal etc] foi verificada pelas equações preditivas de Mirwald et al., (2002). Desta forma, as fórmulas mensuram e classificam o pico da velocidade do crescimento (PVC) em relação a idade cronológica. Neste sentido o PVC é determinado por meio dos seguintes modelos matemáticos:

$$\text{PVC no sexo masculino} = -9,236 + [0,0002708 \times (\text{Comprimento dos membros inferiores} \times \text{comprimento tronco-cefálico})] + [-0,001663 \times (\text{Idade cronológica} \times \text{Comprimento dos membros inferiores})] + [0,007216 \times (\text{Idade cronológica} \times \text{comprimento tronco-cefálico})] + [0,02292 \times (\text{massa corporal} / \text{Estatura}) \times 100]$$
$$\text{PVC no sexo feminino} = -9,376 + [0,0001882 \times (\text{Comprimento dos membros inferiores} \times \text{comprimento tronco-cefálico})] + [0,0022 \times (\text{Idade cronológica} \times \text{Comprimento dos membros inferiores})] + [0,005841 \times (\text{Idade cronológica} \times \text{comprimento tronco-cefálico})] - [0,002658 \times (\text{Idade cronológica} \times \text{massa corporal})] + [0,07693 \times (\text{massa corporal} / \text{Estatura}) \times 100]$$

Neste sentido ao fim da equação o PVC pode ser classificado em: (1) Pré-PVC (<-1); (2) Durante-PVC (Entre ≥ -1 e $\leq +1$); (3) Pós-PVC (>+1).

2.3 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Absorciometria radiológica de dupla energia (DEXA) é um método considerado padrão ouro na determinação da composição corporal Khadilkar et al. (2019). A avaliação foi realizada com um equipamento Lunar Prodigy, modelo NRL 41990. O DEXA mede a massa total de tecido, separando, massa gorda, mineral ósseo e massa magra (MAZESS, BARDEN, HANSON, 1990; BRUNTON; BAYLEY; ATKINSON, 1993; PIETROBELLI et al., 1996; ELLIS et al., 1998).

Para a realização da avaliação foi necessário que o sujeito permanecesse imóvel em decúbito dorsal sobre a mesa do aparelho, os pés foram colocados juntos e atados por um aparato no nível dos dedos para minimizar eventuais movimentos dos membros inferiores.

Já as mãos foram mantidas em posição pronada dentro da região de varredura do equipamento sem os braços tocarem no tronco. Para o procedimento, depois de calibrado, o aparelho inicia um escaneamento ao longo do eixo longitudinal da linha média da mesa, a partir da cabeça até os pés, a fim de se obter o rastreamento do corpo total por meio de uma série de varreduras transversais.

Todo o procedimento levou aproximadamente cinco minutos por avaliação e os resultados da leitura foram determinados por meio dos algoritmos contidos no software do dispositivo.

A gordura corporal também foi verificada pelo Índice de Adiposidade Corporal (IAC), proposto por Bergman et al. (2011). Este método faz uso de medidas antropométricas para estimar o percentual de gordura corporal (G%) por meio da seguinte equação:

$$IAC = \frac{\text{Perímetro de Quadril (cm)}}{\text{Estatura (m)} \sqrt{\text{Estatura (m)}}} - 18$$

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A amostra para esta pesquisa foi determinada por uma análise previa com base no estudo de Bergman et al. (2011), no qual os autores encontraram associação entre o DEXA e o IAC de $r=0,70$. Com base nesse pressuposto foi determinado o número de 72 sujeitos, de tal maneira o poder amostral calculado foi de 0,81 adotando-se um $\alpha < 0,05$ e um $\beta=0,80$. A margem de possibilidade de erro apontada para o tamanho da amostra foi de 4,97% estando abaixo de 5% e não houve perda amostral. A normalidade das variáveis foi testada pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e z-score de assimetria e curtose (-1,96 a 1,96). Para a escolha das variáveis para serem utilizadas nas correlações foram agrupadas com similaridade nos padrões utilizando uma análise com base na técnica de machine learning não supervisionada com cluster k-means por meio de um algoritmo de Hartigan-Wong (1979). As correlações dos dados foram obtidas pelo teste de Pearson. Nas correlações parciais controlamos o efeito da variável maturação (PVC), desta forma a magnitude utilizada foi a proposta por Schober et al. (2018): Insignificante: $r < 0,10$; Fraco: $r = 0,10-0,39$; moderado: $r = 0,40-0,69$; Forte: $r = 0,70-0,89$; Muito forte: $r = 0,90-1,00$. Todas as análises foram realizadas no software open source R (versão 3.5.3) considerando a significância para $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 reporta a caracterização da amostra total.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

Variáveis	Valores
n°(%)	72 (100%)
Masculino	46 (73,3%)
Feminino	26 (26,7%)
Idade	14,12±1,73
Maturação (PVC)	0,72±2,85
Estatura (m)	1,64±01,25
Peso Corporal (kg)	55,42±12,77
Massa gorda total (Kg)	13,01±6,26
Massa Magra Total (Kg)	40,55±9,91
G% DEXA	24,16 ± 7,35
G% IAC	24,12 ± 3,28
Remo	11 (15,1%)
Natação	30 (41,8%)
Tênis	11 (15,1%)
Jiu jitsu	10 (14%)
Voleibol	10 (14%)

IAC= Porcentual de gordura pelo método do índice de adiposidade corporal; DEXA = Porcentual de gordura corporal pelo método de Absorciometria por raios -x de dupla energia.

A tabela 2 nos mostra que mesmo com o controle da maturação biológica nas análises estatísticas, houve associação moderada positiva entre os métodos IAC e DEXA no grupo geral. A mesma análise mostra que há correlações positivas nos diferentes grupos. Sendo associação moderada forte no grupo de atletas da Natação, Jiu Jitsu e Voleibol.

Tabela 2. Associação do IAC com o DEXA em diferentes esportes.

Grupo	Associação do IAC com DEXA		
	r	r ²	p - Valor
Amostra Geral	0,73	0,53	<0,0001
Remo	0,41	0,16	0,2
Natação	0,80	0,64	<0,0001
Tênis	0,29	0,08	0,4
Jiu Jitsu	0,88	0,77	0,001
Voleibol	0,82	0,67	0,005

IAC= Porcentual de gordura pelo método do índice de adiposidade corporal; DEXA = Porcentual de gordura corporal pelo método de Absorciometria por raios –x de dupla energia.

O objetivo desse estudo foi verificar a associação entre diferentes métodos de análise da composição corporal em jovens atletas, buscando contribuir com a avaliação da utilidade desse novo índice como indicador de adiposidade corporal nesta população. Ressaltamos que de acordo com a revisão bibliográfica realizada pelos autores da presente pesquisa, este é o primeiro estudo que buscou verificar o IAC em atletas de diferentes modalidades e nessa faixa etária.

Nas análises de associação foram encontradas relações positivas tanto para o grupo geral, como para os grupos segmentados por modalidade esportiva (Remo, Natação, Tênis, Jiu jitsu e Vôlei). Esses resultados corroboram os estudos de Sulino et al. (2011), Dias et al. (2014) e SOUZA et al. (2015), que demonstraram que o IAC tem boa associação com outros métodos de determinação da adiposidade corporal. Acrescentam também que o IAC é uma boa opção para estimar o porcentual de gordura corporal (%GC). Já Gonçalves et al. (2014) destacam que o IAC apresenta uma grande vantagem, pois pessoas com alto índice de massa magra não são classificadas como obesas, como ocorre no IMC.

Nossos achados apontaram que não houve diferenças estatísticas para a análise do porcentual de gordura pelo método do IAC em relação ao DEXA na amostra geral. Corroborando os achados de El Aarbaoui et al. (2013); DIAS et al. (2014) e Colley et al. (2016). Os referidos autores encontraram em suas respectivas pesquisas que o IAC se mostrou eficaz para estimar a composição corporal em crianças com idades entre cinco e 12 anos, em mulheres brasileiras adultas e em adolescentes de ambos os sexos com idades entre 12 e 17 anos.

Neste sentido, Filgueiras et al. (2018) buscaram testar o IAC com jovens. Não houve classificação do nível de atividade física da amostra. Em seus resultados o IAC superestimou ou subestimou os valores encontrados quando comparado ao DEXA. Reportaram que o IAC

se mostra mais preciso na análise de percentuais de gordura mais baixos destacando que a sua eficácia parece se comprometer em relação às avaliações nos sujeitos com um maior acúmulo de tecido adiposo. Logo, a afirmativa de Figueiras et al. (2018) corrobora os dados encontrados pelo presente estudo, considerando que a amostra analisada foi composta por jovens atletas que apresentavam um baixo percentual de gordura corporal. Isso se justifica porque atletas em sua prática regular em programas de exercícios físicos adquirem maiores índices de massa magra e menores quantidades de gordura, sendo estes fatos, diretamente relacionadas com o estímulo do esforço ao qual são submetidos, ao exercício ou até mesmo, às alterações em resposta ao treinamento (MALINA et al., 2015).

Desta forma, as perspectivas futuras para a utilização dos achados do presente estudo são de que pesquisas futuras investiguem a validade do uso do IAC em jovens atletas de diferentes modalidades esportivas, para que futuramente treinadores de diferentes modalidades esportivas possam usufruir desta ferramenta de fácil uso e de baixo custo. Contudo, apesar de a presente pesquisa ter controlado as variáveis de confusão, o tamanho da amostra total e ter evidenciado que o IAC de maneira geral é uma ferramenta interessante para jovens atletas de diversas modalidades esportivas, os nossos achados trazem limitações em especial em relação às análises segmentadas por modalidades esportivas nas quais o tamanho da amostra está reduzido em relação ao estabelecido a priori, por método estatístico, o que gera certa fragilidade no uso interno do IAC (i.e., em grupos específicos como o remo e o vôlei, por exemplo) neste sentido é preciso ter cautela ao extrapolar os nossos achados.

4. CONCLUSÃO

O IAC mostra uma associação positiva com a análise da composição corporal pelo DEXA em atletas de natação, jiu jitsu e vôlei, o que sugere que o método pode ser eficaz para a análise do percentual de gordura em jovens atletas de natação, jiu jitsu e vôlei.

5. REFERÊNCIAS

BERGMAN, R.N.; STEFANOVSKI, D.; BUCHANAN, T.A.; SUMNER, A.E.; REYNOLDS, J.C.; WATANABE, R.M. A better index of body adiposity. **Obesity**, v. 19, p. 1083–1089, 2011.

BRUNTON, BAYLEY, ATKINSON, 1993. **Validation and application of dual-energy x-ray absorptiometry to measure bone mass and body composition in small infant.** *Am J Clin Nutr*, v. 58, n. 6, p. 839-845, 1993.

CERQUEIRA, M.; AMORIM, P.; MAGALHÃES, F.; CASTRO, E.; FRANCO, F.; FRANCESCHINI, S.; et al. Validity of body adiposity index in predicting body fat in a sample of Brazilian women. *Obesity*, v. 21, n. 12, p. e696-699, 2013.

COLLEY, T.J.; BELLIZI, M.C.; FLEGAL, K.M.; DIETZ, W.H. Establishing a standard definition of childhood obesity worldwide: International survey. *Br Med J*, v. 320, p. 1-6, 2000.

DIAS, J.; ÁVILA, M.; DAMASCENO, V.O. Applicability of the body adiposity index in the estimation of the fat percentage of young Brazilian women. *Braz. J Sports Med*, v. 20, p. 17-20, 2014.

EL AARBAOUI, T.E. et al. Does the body adiposity index (BAI) apply to paediatric populations? *Ann Hum Biol*, v. 40, p. 451-458, 2013.

ELLIS. et al., Accuracy of dual-energy x-ray absorptiometry for body composition measurements in children. *Am J Clin Nutr*, v. 60, p. 660-665, 1994.

FILGUEIRAS, M.S. et al. Agreement of body adiposity index (BAI) and paediatric body adiposity index (BAIp) in determining body fat in Brazilian children and adolescents. *Public Health Nutr*, v. 22, n. 1, p. 132-139, 2019.

FRIGNANI, R.R. et al. Reference curves of the body fat index in adolescents and their association with anthropometric variables. *J Pediatr (Rio J)*, v. 91, n. 3, p. 248-255, 2015.

GALETTA, F. et al. Body composition and cardiac dimensions in elite rhythmic gymnasts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 55, n. 9, p. 946-952, 2015.

GONÇALVES, R. et al. Grau de concordância do IMC e do IAC com percentual de gordura corporal. *Revista Brasileira de Qualidade de Vida*, v. 6, n. 1, p. 08-16, 2014.

HARTIGAN, J.A.; WONG, M.A. Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm. *J. R. Stat Soc. A Stat. Soc. Series C (Appl. Stat.)*, v. 28, p. 100-108, 1979.

HECTOR, A.J.; PHILLIPS, S.M. Recomendações de proteínas para perda de peso em atletas de elite: um foco na composição corporal e no desempenho. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 28, n. 2, p. 170-177, 2018.

KARUPAIAH, T. Limited (ISAK) profiling The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). *Journal of Renal Nutrition and Metabolism*, v. 3, n. 1, p. e11, 2018.

KHADILKAR, A.; CHIPLONKAR, S.; SANWALKA, N.; KHADILKAR, V.; MANDLIK, R.; EKBOTE, V. A Cross-Calibration Study of GE Lunar iDXA and GE Lunar DPX Pro for Body Composition Measurements in Children and Adults. *Journal of Clinical Densitometry*, v. 23, n. 1, p. 128-167, 2020.

LAM, B. C. C.; KOH, G. C. H.; CHEN, C.; WONG, M. T. K.; FALLOWS, S. J. Comparison of body mass index (BMI), body adiposity index (BAI), waist circumference (WC), waist-to-hip

ratio (WHR) and waist-to-height ratio (WHtR) as predictors of cardiovascular disease risk factors in an adult population in Singapore. **PloS one**, v. 10, n. 4, p. e0122985, 2015.

MALINA, R. M.; ROGOL, A. D.; CUMMING, S. P.; E SILVA, M. J. C.; FIGUEIREDO, A. J. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. **Br J Sports Med**, v. 49, n. 13, p. 852-859, 2015.

MAZESS, R.B.; BARDEN, H.S.; BISEK, J.P.; HANSON, J. Absortimetria de raio-x de energia dupla para composição de tecido mole e mineral óssea regional e de corpo inteiro. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 51, n. 6, p. 1106-1112, 1990.

MIOT, H.A. Agreement analysis in clinical and experimental studies. **Braz. Vascular J**, v. 15, n. 20, p. 89-92, 2016.

MIRWALD, R.L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2002.

PETROSKI, E.L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. Blumenau: Nova Letra, 2007.

PIETROBELLI, A. et al. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. **Am J Physiol**, v. 271, n. 6 Pt 1, p. e941-951, 1996.

PIŞKIN, I.E.; GÜMÜŞ, M.; BAYRAKTAROĞLU, T.; AKALIN, T.C.; MANER, F.Y. Growth and pubertal development in adolescent male wrestlers. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, n. 6, p. 852-856, 2018.

RAMIREZ-VELEZ, R. et al. Anthropometric characteristics and physical performance of colombian elite male wrestlers. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 5, n. 4, p. e23810, 2014.

SANTOS, D. A. et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. **PloS one**, v. 9, n. 5, p. e97846, 2014.

SCHÖBER, P.; BOER, C.; SCHWARTE, L. A. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. **Anesthesia & Analgesia**, v. 126, n. 5, p. 1763-1768, 2018.

SEGHEO, W. et al. Factors associated with body adiposity index (BAI) in adults: population-based study. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 3, p. 773-783, 2018.

SOUZA, W.C.; et al. Aplicabilidade do índice de adiposidade corporal na estimativa da gordura corporal em escolares masculino. **RBONE**, v. 10, n. 55, p. 12-19, 2016.

STROBE. **Checklist Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology**. Disponível em: <<https://www.strobe-statement.org/index.php?id=strobe-home>>. Acessado em 15/03/2020.

SULINO, R. M. et al. Correlação entre o índice de adiposidade corporal, índice de massa corporal e estimativa de adiposidade corporal por meio de dobras cutâneas em diferentes faixas etárias. **FIEP Bulletin Online**. v. 82, n. 1, p. 1-5, 2012b.

WILLOUGHBY, D.; HEWLINGS, S.; KALMAN, D. Review Body Composition Changes in Weight Loss: Strategies and Supplementation for Maintaining Lean Body Mass, a Brief Review. **Nutrients**, v. 10, p. e1876, 2018.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do Exercício e do Esporte**. 4 ed. São Paulo: Manole, 2010.

ZAPOLSKA, J. et al. Assessment of nutrition, supplementation and body composition parameters on the example of professional volleyball players. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 65, n. 3, p. 235-42, 2014.

RELAÇÃO ENTRE PROCESSO MATURACIONAL E A SATISFAÇÃO DE IMAGEM CORPORAL

**Renata Poliane Nacer de Carvalho Dantas, Thaisys Blanc dos Santos Simão, Paulo
Moreira da Silva Dantas e Breno Guilherme Araújo Tinoco Cabral**

RESUMO

Muitos fatores contribuírem para a insatisfação de imagem corporal dentre eles a mídia e as redes sociais, porém existe um fator não menos importante que é o maturacional, forte precursor de alterações na forma corporal de adolescentes. Analisar a relação do processo dos diferentes estágios maturacionais em ambos os sexos com a satisfação da imagem corporal. Estudo transversal com 207 adolescentes, idade entre 10 e 12 anos de escolas públicas e privadas. A idade óssea foi analisada pelo modelo matemático proposto por Cabral (2011) e para análise da imagem corporal foi utilizada a escala de silhuetas proposta por Kakeshita (2009). Os testes estatísticos utilizados foram qui-quadrado e regressão logística (odds rattoo) com os respectivos intervalos de confiança (IC de 95%). Existe uma alta prevalência de insatisfação da Imagem corporal (63%) porém a maior prevalência encontra-se no sexo masculino. O que nos remete uma possível mudança de comportamento da população. Os sujeitos com maturação acelerada possuem mais chances de sofrerem com insatisfação com a Imagem corporal. Observamos que existe uma forte relação do processo de maturação e a satisfação da imagem corporal. Há uma maior prevalência de insatisfação de imagem corporal no estágio acelerado em ambos os sexos, apresentando estatisticamente duas vezes mais chances de estarem insatisfeitos com a Imagem corporal.

Palavras-chave: Maturação, imagem corporal e crianças

ABSTRACT

Many factors contribute to the dissatisfaction of body image, among them the media and social networks, however there is a factor that is no less important, which is maturation, a strong precursor to changes in the body shape of adolescents. To analyze the relationship between the process of different maturation stages in both sexes and body image satisfaction. Cross-sectional study with 207 adolescents, aged between 10 and 12 years from public and private schools. Bone age was analyzed by the mathematical model proposed by Cabral (2011) and for the analysis of body image the silhouette scale proposed by Kakeshita (2009) was used. The statistical tests used were chi-square and logistic regression (odds rattoo) with the respective confidence intervals (95% CI). There is a high prevalence of body image dissatisfaction (63%) but the highest prevalence is found in males. Which brings us to a possible change in the behavior of the population. Subjects with accelerated maturation are more likely to suffer from dissatisfaction with body image. We observed that there is a strong relationship between the maturation process and the satisfaction of body image. There is a

higher prevalence of body image dissatisfaction in the accelerated stage in both sexes, presenting statistically twice as much chance of being dissatisfied with body image.

Keywords: Maturation, body image and children

1. INTRODUÇÃO

A adolescência é marcada por um período da vida em que os jovens passam por grandes transformações nos seus corpos durante seu crescimento e desenvolvimento. Estudos demonstram que meninas com sobrepeso e obesidade sofrem mais a pressão de se encaixarem em modelos e padrões de beleza (COSTA, 2016). Por se tratar de uma fase de grandes descobertas onde as mudanças físicas são rápidas e profundas. Uma busca por uma identidade começa a surgir e estes em todo momento começam a perceber as mudanças que ocorrem no corpo. Portanto o adolescente durante esse processo pode interiorizar um corpo perfeito em sua mente gerando grandes conflitos (OLDS; PAPALIA, 2000; MALINA; BOUCHARD, 2002; TAVARES, 2003; MASSA et al., 2007).

Apesar de fatores contribuírem para a insatisfação de imagem corporal dentre eles a mídia e as redes sociais como é reportado nos estudos de Lira (2017) e Holland e Tiggemann (2016) não podemos deixar para trás o fator maturacional, forte precursor de alterações na forma corporal de adolescentes. Portanto é de grande relevância conhecer os estágios maturacionais e identificar se nessa fase podem trazer influência na percepção da Imagem Corporal.

Na adolescência, a idade cronológica deixa de ser um parâmetro seguro para a caracterização biopsicossocial de um determinado indivíduo. Adolescentes de mesma idade frequentemente estão em fases distintas da puberdade, pois esta tem início e ritmo de progressão diferenciados em cada indivíduo. Portanto podemos ter indivíduos com idade óssea diferente da sua idade cronológica. Apesar da confiabilidade das diferentes formas de avaliação, a idade óssea merece destaque, sendo a mais confiável e eficaz, uma vez que as mudanças de forma e de densidade do osso permitem tornar mensuráveis os trajetos durante todo o período de crescimento (MALINA; BOUCHARD, 2002).

Diante disso é vasto na literatura estudos envolvendo o sexo feminino e a insatisfação com o seu corpo (GLANER et al., 2013; DA COSTA, MACHADO, 2014; CARMO et al., 2015). O nosso estudo vem analisar ambos os sexos, pois diante das grandes mudanças na

sociedade e o aumento da propagação da mídia com o culto ao corpo, o sexo masculino começa a se preocupar com a sua aparência e vem se igualando com as meninas.

Atrelado a essa problemática temos uma variável de estudo que até o presente momento tem sido pouco explorada que é a avaliação dos estágios maturacionais tendo como indicador maturacional a idade óssea. A importância dessa avaliação é porque podemos ter uma criança com uma idade biológica de apenas oito anos de idade, mas com uma maturação de uma criança de doze anos, que devido a essa alteração pode estar passando por conflitos na construção da sua imagem corporal, pois as transformações em seu corpo estão acontecendo de forma mais acelerada em relação a sua idade biológica.

É crescente o número de pesquisas dentro dessa temática, porém as variáveis de estudo não têm sido modificadas na tentativa de somar com aquelas já existentes, portanto o objetivo da nossa pesquisa é analisar a relação do processo dos diferentes estágios maturacionais em ambos os sexos com a satisfação da imagem corporal.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Estudo descritivo, transversal com 207 adolescentes, idade entre 10 e 12 anos de escolas públicas e privadas. A idade óssea foi analisada pelo modelo matemático proposto por Cabral (2011) (Quadro 1).

Quadro 1. Modelo matemático proposto por Cabral (2011).

$$\text{Idade Óssea} = -11,620 + 7,004(\text{estatura}) + 1,226.D_{\text{sexo}} + 0,749(\text{idade}) - 0,068(\text{Tr}) + 0,214(\text{Pcb}) - 0,588(\text{Du}) + 0,388(\text{Df}).$$

Onde: Tr= dobra cutânea tricipital, Pcb= perímetro do braço DU= diâmetro ósseo do úmero, Df= diâmetro ósseo do fêmur e $D_{\text{sexo}} = 0$ para o sexo masculino e $D_{\text{sexo}} = 1$, para o sexo feminino.

A classificação dos estágios maturacionais é obtida através da subtração entre o valor da idade óssea em meses pela idade cronológica em meses. Após a subtração caso o indivíduo esteja entre +12 e -12 em relação à idade cronológica em meses ele é classificado como normal, acima do +12 encontra-se em classificação acelerado e caso o valor seja inferior a -12 o indivíduo tem classificação maturacional atrasado (MALINA; BOUCHARD, 2002).

Para análise da imagem corporal foi utilizada a escala de silhuetas proposta por Kakeshita (2008) adaptada para crianças (Figura 1). A escala de silhuetas foi mostrada ao sujeito da pesquisa e realizada a pergunta sobre qual silhueta melhor representa a sua aparência física atual e qual silhueta gostaria de ter. O avaliador ficou isento de opiniões na hora da escolha das silhuetas. Para a avaliação da insatisfação corporal subtraiu-se da imagem corporal atual a imagem corporal ideal. Se o resultado da subtração fosse igual a zero, o indivíduo classificava-se como satisfeito com sua imagem corporal, e se a diferença fosse diferente de zero, classificava-se como insatisfeito. O IMC relativo da Imagem corporal foi avaliado conforme escala proposta por Kakeshita (2008) na qual seguiu os mesmos parâmetros utilizados pelo World Health Organization (WHO, 2015).

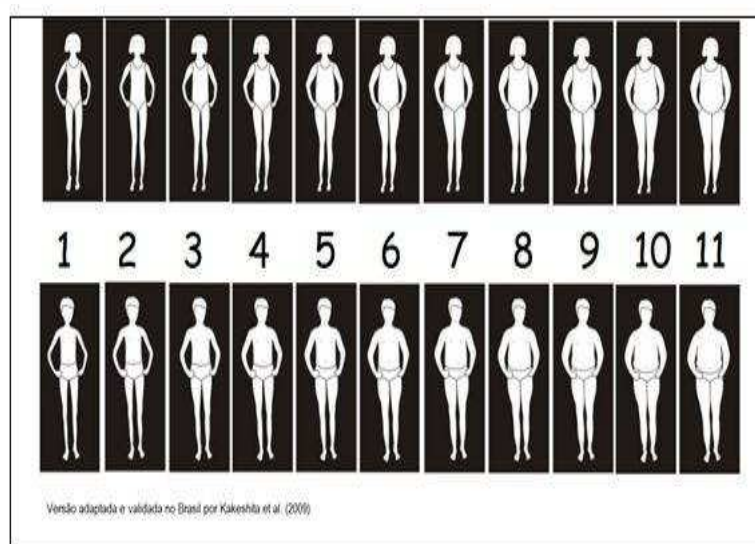


Figura 1. Escala de silhuetas proposta por Kakeshita (2008) adaptada para crianças

Os procedimentos realizados foram previamente autorizados pelo Comitê de Ética responsável, sob o parecer (nº1.658.657/2016) em consonância com a Declaração de Helsinki (2013) e Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. A participação dos adolescentes foi condicionada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis após serem informados sobre os objetivos do presente estudo.

2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada a estatística descritiva para caracterização dos dados e o teste de Kolmogorov-Sminorv para verificar a normalidade dos mesmos. Para comparar as frequências relativas aos índices da imagem corporal, recorreu-se ao teste de qui-quadrado. Foi utilizada a regressão logística para análise da associação da insatisfação da Imagem corporal e razão de chance (Odds rattoo) O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$ para todas as análises. As análises foram realizadas através do software Statistical Package for the Social Sciences – SPSS versão 20.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A descrição da amostra e a comparação das frequências dos índices de satisfação da imagem corporal em ambos os sexos estão descritos nas tabelas 1 e 2 respectivamente.

O resultado da tabela 3 demonstra que tanto as meninas quanto os meninos estão insatisfeitos com a I.C, $p < 0,001$ com o desejo de diminuir a sua escala de silhueta, porém há uma maior insatisfação com a Imagem corporal no sexo masculino, havendo diferença significativa em ambos os sexos.

Tabela 1. Descrição da amostra

Variáveis	Total (n=207)	Masculino (n=82)	Feminino (n=125)
	Média e Desvio Padrão		
Idade Cronológica	10,83 (0,73)	10,83 (0,75)	10,83 (0,80)
Idade Óssea	10,69 (1,38)	10,17 (1,32)	11,02 (1,31)
Massa Corporal (kg)	39,95 (11,20)	40,43 (10,51)	39,63 (11,66)
Estatura (m)	1,44 (0,07)	1,44 (0,06)	1,44 (0,08)
IMC (kg/m ²)	18,94 (4,10)	19,16 (4,11)	18,80 (4,10)
	Frequência Absoluta e Relativa		
Estágio Maturacional			
Atrasado	31 (15%)	28 (34,1%)	03 (2,4%)
Normal	150 (72,5%)	50 (61%)	100 (80%)
Acelerado	26 (12,6%)	04 (4,9)	22 (17,6%)

Tabela 2. Comparação das frequências dos índices de satisfação da imagem corporal em ambos os sexos

Variáveis	Total (n=207)	Masculino (n=82)	Feminino (n=125)
Imagem Corporal			
Satisfeito	36,2%	32,9%	38,4%
Insatisfeito	63,8%	67,1%	61,6%
p valor	<0,001	0,002	0,009
Deseja Aumentar	35,6%	36,4%	35,1%
Deseja Diminuir	(64,4%)	63,6%	(64,9%)
p valor	0,004	0,043	0,009

Tabela 3. Associação da insatisfação com a imagem corporal com os indicadores de maturação a partir de regressão logística.

Indicadores	Distribuição		Razão de Chance*	
	Satisfeito (%)	Insatisfeito (%)	OR (IC 95%)	OR** (IC 95%)
Maturação				
Normal	29%	71%	1	1
Atrasado	40,7%	59,3%	1,68 (0,72 – 3,89)	1,78 (0,68 – 4,66)
Acelerado	19,2%	80,8%	2,88 (1,03 – 8,05)	2,05 (0,69 – 6,07)

* A categoria de referência para a Regressão Logística foi de satisfação com a imagem corporal.

* IC = Intervalo de Confiança; OR = odds ratio; OR** = odds ratio ajustado para todas as variáveis (Maturação, IMC e sexo).

Ao analisarmos a figura 1 observamos que existem 100% insatisfação com a imagem corporal nos sujeitos que se encontram com uma maturação atrasada. No estágio acelerado também há insatisfação $p=0,01$ e desejam diminuir a sua escala de silhueta $p<0,001$.

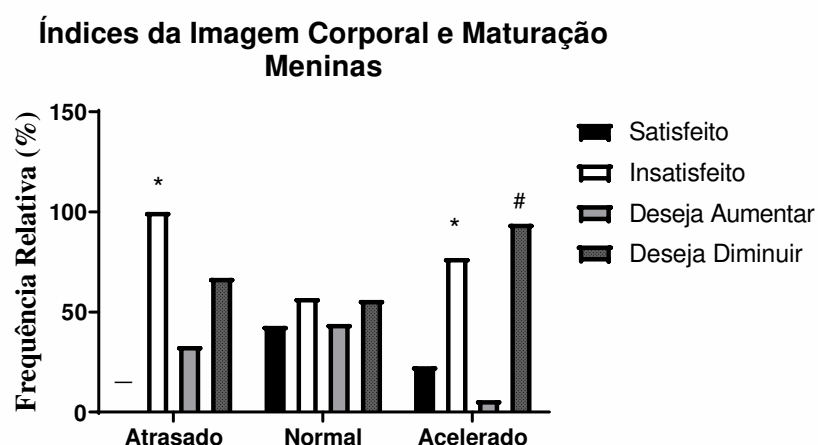


Figura 1. Comparação dos índices da imagem corporal de acordo com o estágio maturacional no sexo feminino

*Nota: * $p = 0,01$ e # $p < 0,001$ = diferença entre a satisfação e insatisfação; # = diferença entre o desejo de aumentar ou diminuir.

O resultado da figura 2 chama-se atenção para o estágio acelerado onde há 100% de insatisfação da Imagem Corporal $p=0,04$ com o desejo de diminuir a escala de silhueta $p<0,001$. No estágio normal também apresentou insatisfação com a I.C, mas não houve diferença significativa entre o desejo de aumentar e diminuir. Apesar de não ter diferença significativa no estágio atrasado, percebemos que nesse estágio há uma insatisfação com o desejo de aumentar a sua escala de silhuetas.

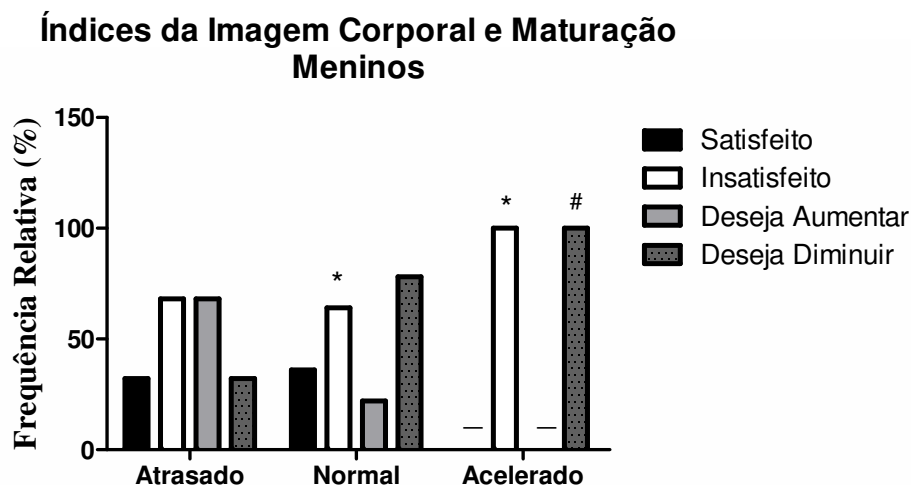


Figura 2. Comparação dos índices da imagem corporal de acordo com o estágio maturacional no sexo masculino.

*Nota: * $p = 0,048$ e # $p < 0,001$; * = diferença entre a satisfação e insatisfação; # = diferença entre o desejo de aumentar ou diminuir.

Os resultados demonstram no modelo simples que os sujeitos com a maturação acelerada possuem 2,88 (1,03 – 8,05) mais chances de ter insatisfação da imagem corporal quando comparado com o estágio normal, quando reportamos para o modelo ajustado esses valores permanecem associados.

Os resultados revelam que existe uma prevalência de 68,3% de insatisfação com a Imagem corporal em ambos os sexos $p < 0,001$. Porém os meninos estão mais insatisfeitos (67,1%) com o desejo de diminuir a sua escala de silhuetas, quando comparado com as meninas (61,6%) havendo diferença significativa em ambos os sexos. Esse resultado, mesmo que numa época moderna e de grandes transformações ainda nos chama atenção e requer um estado de alerta, pois vemos que os meninos têm estado preocupados com a sua aparência, algo que não era latente em outras épocas. Vemos atualmente um crescente aumento no número de academias consequência da grande procura de jovens e

adolescentes por um corpo forte e nos padrões exigidos pela sociedade ou vendido pela grande mídia.

Estudos de Tiggeman (2016) revela que adolescentes que passam muito tempo em redes sociais tem uma tendência a comparar seus corpos com os demais vistos nas redes sociais. Outro fator são também as seleções esportivas que não levam em consideração outras variáveis no ato da seleção e sim o biótipo do atleta e somente depois analisam as demais variáveis refletindo de forma negativa na construção da imagem corporal desses adolescentes, pois acabam desejando um corpo não para se sentirem bem e sim para atender a uma seleção esportiva ou para estar igual ao que a mídia impõe como um corpo perfeito sendo ele magro, forte e musculoso a exemplo dos corpos dos atletas olímpicos que usam seu corpo como instrumento de trabalho. Os desenhos infantis, brinquedos e novelas tem passado essa imagem de que o corpo forte é o corpo perfeito e tem estimulado esses adolescentes cada vez de forma mais precoce a gerar uma insatisfação de imagem corporal.

Tais padrões parecem ser a cada dia inalcançáveis, pois a cada dia vemos novidades no mundo da moda e do esporte, fazendo com essa busca seja intensa. Tal fato corrobora com os estudos de Petroski et al. (2012) o qual encontrou elevada insatisfação de I.C no sexo masculino (72,6%) em relação ao feminino (61,8%). Apesar de pouquíssimos estudos apontarem para uma insatisfação maior de Imagem corporal no sexo masculino a tendência é de que essa Insatisfação com o corpo nos meninos venha a se aproximar do que antes era esperado para as meninas.

Ao fazer a análise da satisfação da imagem corporal separados por sexo com os estágios maturacionais, foi observado no sexo feminino insatisfação da Imagem Corporal nos estágios atrasado e acelerado $p < 0,001$. Chama-se atenção para os sujeitos que se encontram com uma maturação atrasada, onde há 100% de insatisfação com o desejo de diminuir a sua escala de silhueta.

Já era esperada uma insatisfação com a I.C no estágio atrasado, mas essa insatisfação seria com o desejo de aumentar a sua escala de silhueta, visto que, quando uma adolescente se encontra dentro desse estágio, a forma do seu corpo é mais voltada para um corpo esguio. Mesmo estando com um corpo magro, ainda assim sentem o desejo de serem mais magras. O que explica esse fenômeno é o que já discutimos acima, onde a pressão exercida da sociedade e midiática é muito forte em relação a padrões de beleza reforçando que o corpo magro é o corpo perfeito. Um estudo feito na Alemanha por Schneider et al. (2013) relata insatisfação com a I.C em adolescentes e alerta que devem ser informados

dentro das escolas e aos pais sobre os efeitos negativos que os comentários relacionados ao peso e à dieta têm sobre as imagens corporais dos seus filhos.

No estágio acelerado há um nível significativo de insatisfeitos e também desejam diminuir a sua escala de silhueta. Ao analisar a classificação do somatotipo dentro desse estágio maturacional percebemos que as mesmas estão dentro de uma classificação de endomorfo o que explica o fato de querer diminuir a sua escala de silhuetas. Nossos achados corroboram com outros estudos (WANG, 2002; DE OLIVEIRA, 2010; SCHERER et al., 2010) onde revelam que meninas com a maturação acelerada tem um percentual de gordura mais elevado e aquelas que maturam mais cedo tem uma tendência maior em querer reduzir a sua escala de silhuetas, isso explica o fato da insatisfação corporal ser elevada dentro desse estágio maturacional.

Ao reportarmos para as análises nos estágios maturacionais com o sexo masculino, encontramos insatisfação com a Imagem Corporal em todos os estágios maturacionais $p < 0,001$, havendo diferença significativa. Os meninos que se encontram com uma maturação atrasada estão insatisfeitos com a sua imagem corporal desejando aumentar a sua escala de silhuetas, ao contrário das meninas que desejam diminuir. Estudos recentes de Silva (2020) reportam que meninos insatisfeitos com o excesso de peso e insatisfeitos com a magreza têm maior probabilidade de ser alvo de piadas sobre a aparência, e os insatisfeitos com o excesso de peso têm menor probabilidade de receber apelidos devido ao formato corporal quando comparados aos satisfeitos com sua imagem corporal; Podemos explicar esse ocorrido pelo fato de que os meninos almejam um corpo atlético, forte, o que é também muito influenciado pela mídia e sociedade conforme estudos anteriores (TAVARES, 2003; DE ALMEIDA et al., 2007). Já na maturação acelerada, há 100% de insatisfação com a Imagem corporal desejando diminuir a sua escala de silhuetas. Podemos explicar esse achado pelo fato dos meninos estarem na classificação do somatotipo com componente endomorfo, ou seja, com uma predominância de gordura na sua composição corporal.

Na regressão logística utilizando as razões de chance “Odds ratio” os sujeitos que estão dentro da classificação acelerado tem 2,88 mais chances (I.C 95% 1,03 – 8,05) de insatisfação com a Imagem Corporal quando comparado com o estágio normal. Mesmo no modelo ajustado esses valores continuam associados. Os achados desta pesquisa sugerem que o processo em direção à maturidade pode ter influenciado negativamente na satisfação corporal, pois o desenvolvimento da maturação está associado ao aumento da estatura e ganho de massa corporal, variáveis bem presentes dentro dessa fase.

É possível uma satisfação corporal nessa fase da adolescência, o que necessita ser feito são intervenções dos profissionais dentro da escola, clubes, academias levando-os a uma consciência de hábitos saudáveis e níveis maiores de atividade física e consciência corporal.

4. CONCLUSÃO

Podemos concluir com esses estudos que a insatisfação da Imagem corporal em escolares têm maior prevalência no sexo masculino em relação ao feminino, ao contrário do que tem sido observado em estudos anteriores, mostrando uma possível mudança de comportamento da população. Observa-se que existe uma forte relação do processo de maturação e a satisfação da imagem corporal e que existe uma maior prevalência de insatisfação de imagem corporal em indivíduos no estágio acelerado em ambos os sexos, apresentando estatisticamente duas vezes mais chances de estarem insatisfeitos com a Imagem corporal o que pode estar relacionado a vários fatores e entre eles as questões culturais e de mídia.

5. REFERÊNCIAS

CABRAL, B. G. D. A. T. **Associação entre idade óssea, maturação, aptidão física e antropometria em praticantes de voleibol de 8 a 14 anos.** (Tese) Doutorado - Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Porto, 2011.

CARMO, C.C.; PEREIRA, P.M.L.; NETTO, M.P.; OLIVEIRA, R.M.S.; CÂNDIDO, A.P.C. Fatores socioeconômicos e comportamentais relacionados à insatisfação corporal em adolescentes de escola públicas de Juiz de Fora, MG. **HU Ver**, v. 40, n. 3 e 4, p. 249-255, 2014.

COSTA, L.C.; SILVA, D.A.; ALVARENGA, M.S.; DE VASCONCELOS, F.A. Association between body image dissatisfaction and obesity among schoolchildren aged 7-10 years. **Physiol Behav**, v. 160, p. 6-11, 2016.

DA COSTA, S.M.B.; MACHADO, M.T.C. O corpo e a imagem corporal em adolescentes: perspectivas a partir do cuidado integral à saúde. **Adolesc e Saude**, v. 11, n. 2, p. 19-24, 2014.

DE ALMEIDA, I.S.; RODRIGUES, B.M.R.D.; SIMÕES, S.M.F. O adolescer... um vir a ser. **Adolesc e Saude**, v. 4, n. 3, p. 24-28, 2007.

- DE OLIVEIRA, J.R. **Maturação sexual e adiposidade em crianças e adolescentes de duas escolas de São Paulo.** (Dissertação) Mestrado em Nutrição em Saúde Pública - Universidade de São Paulo, 2010.
- GLANER, M.F.; PELEGRINI, A.; CORDOBA, C.O.; POZZOBON, M.E.; Associação entre insatisfação com a imagem corporal e indicadores antropométricos em adolescentes. **Rev Bras Educ Física e Esporte**, v. 27, n. 1, p. 129–136, 2013.
- HOLLAND, G.; TIGGEMANN, M. A systematic review of the impact of the use of social networking sites on body image and disordered eating outcomes. **Body Image**, v. 17, p. 100–110, 2016.
- KAKESHITA, I.S. **Adaptação e validação de escalas de silhuetas para crianças e adultos brasileiros.** (Tese) Doutorado em Ciências – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2008.
- LIRA, A.G.; GANEN, A.P.; LODI, SINHORINI, A.; ALVARENGA, M.S. Uso de redes sociais, influência da mídia e insatisfação com a imagem corporal de adolescentes brasileiras. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 66, n. 3, p. 164-171, 2017.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação.** São Paulo: Editora Roca, 2002.
- MASSA, M.; RÉ, A.H.; SILVA, L.R. Características de crescimento e desenvolvimento. **Desempenho esportivo Treinamento com crianças e Adolesc**, v. 2, p. 71–108, 2010.
- OLDS, S.W.; PAPALIA, D.E. **Desenvolvimento humano.** Porto Alegre: Artmed, 2000.
- PETROSKI, E.L.; PELEGRINI, A.; GLANER, M.F.; Motivos e prevalência de insatisfação com a imagem corporal em adolescentes. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 17, n. 4, p. 1071–1077, 2012.
- SCHERER, F.C.; MARTINS, C.R.; PELEGRINI, A.; MATHEUS, S.C.; PETROSKI, E.L. Imagem corporal em adolescentes: associação com a maturação sexual e sintomas de transtornos alimentares. **J Bras Psiquiatr**, v. 59, n. 3, p. 198–202, 2010.
- SCHNEIDER, S.; et al. Body dissatisfaction in female adolescents: Extent and correlates. **Eur J Pediatr**, v. 172, n. 3, p. 373–384, 2013.
- SILVA, A.F. et al. Prevalência de insatisfação com a imagem corporal e associação com comportamentos de provocação e controle do peso corporal em adolescentes. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 26, n. 1, p. e10200198, 2020.
- TAVARES, M.C.G.C. **Imagem corporal: conceito e desenvolvimento.** São Paulo: Manole, 2003.
- WANG, Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. **Pediatrics**, v. 110, n. 5, p. 903–910, 2002.
- WHO. World Health Organization. **Nutrition in adolescence - issues and challenges for the health sector.** WHO, 2005.

RELAÇÃO ENTRE A MATURAÇÃO BIOLÓGICA E O TEMPO DE REAÇÃO EM JOVENS PRATICANTES DE ESPORTE

Francisco Emilio Simplicio de Souza, Paulo Francisco de Almeida-Neto, Paulo Moreira Silva Dantas e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

O objetivo foi verificar a influência da idade óssea no Tempo de Reação nas diferentes modalidades esportivas. A amostra foi composta por 94 jovens de 11 a 14 anos. Foi utilizado o protocolo de Cabral (2011) para idade óssea e o Teste de Stroop com protocolo de Córdova et al. (2008) para avaliar o TR. No tratamento estatístico foi usado a análise multivariável seguido do Post Hoc de Bonferroni e correlação de Pearson. Observamos melhor desempenho na etapa III do Stroop teste para os sujeitos no estado maturacional 'normal' quando comparado aos 'atrasados'. Ao analisamos a idade óssea e maturação verificou-se que o Tempo de Reação se relacionou de forma negativa com ambos, evidenciando que quanto maior a idade óssea e o estágio maturacional menor será o Tempo de Reação.

Palavras-chave: Maturação Biológica, Tempo de reação e Jovens.

ABSTRACT

The objective to verify the influence of the bone age in the Time of Reaction in the different sports modalities. The sample consisted of 94 young people aged 11 to 14 years. We used the Cabral (2011) protocol for bone age and the Stroop Test with Cordova et al. (2008) protocol to evaluate the TR. In the statistical treatment, the multivariable analysis was used followed by Bonferroni Post Hoc and Pearson's correlation. We observed better performance in stage III of the Stroop test for subjects in the 'normal' maturational state when compared to the 'late' ones. When analyzing the bone age and maturation, it was verified that the Reaction Time was negatively related to both, evidencing that the higher the bone age and the maturational stage the lower the Reaction Time.

Keywords: Biological maturation, reaction time and young people.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, é crescente o número de estudos que visa identificar e analisar parâmetros morfológicos e físicos de crianças e adolescentes inseridos em treinamentos sistemáticos nas mais variadas modalidades esportivas (DAVIS et al., 2004; TORRES-UNDA

et al., 2013). Nos esportes coletivos, devido às rápidas mudanças situacionais, é preciso que os jogadores possuam, além de ações velozes, reações rápidas, sendo capazes de perceber estímulos (situações no ambiente e jogo), interpretá-los, programar respostas e iniciá-las em intervalos curtos de tempo.

O sucesso no desempenho das habilidades motoras depende fundamentalmente da capacidade perceptiva e cognitiva, conseqüentemente do tempo de reação (MORI et al., 2002). O tempo de reação pode ser definido como a velocidade e eficácia referentes à tomada de decisão de um indivíduo, ou ainda como o lapso temporal entre a apresentação de um estímulo e o início de uma resposta motora (MIYAMOTO; MEIRA JR, 2004).

A reação rápida ou tempo de reação (TR) é o tempo que decorre da apresentação de um estímulo ao início da ação motora em resposta a este estímulo externo (SCHMIDT; LEE, 1988; SHIDOJI; MATSUNAGA, 1991). O conhecimento do perfil relacionado a essas variáveis e de seus respectivos comportamentos e respostas ao processo de treinamento é fundamental para o contexto da especialização esportiva.

Das inúmeras etapas da maturação cerebral, destacam-se na adolescência a neurogênese, a mielinização, redução/eliminação sináptica, apoptose e a remodelação dendrítica (PATTON; VINER, 2007; GIEDD et al., 2010). Estudos evidenciaram que a maturação cerebral dos adolescentes ocorre de forma progressiva sendo a última área cerebral a maturar o córtex pré-frontal (AMARO; BARKER, 2006; BLAKEMORE, 2008; JOHNSON et al., 2009; BRAMEN et al., 2011). O córtex pré-frontal é o principal responsável pelas funções cognitivas e executivas superiores, nomeadamente pela capacidade de planejamento, memória e atenção. Por isso um subdesenvolvimento destas áreas conduz a dificuldade no planejamento e atenção, comprometendo a capacidade de tomada de decisão (COUTINHO, 2013).

Este artigo propõe uma investigação em dois aspectos centrais, por um lado o do processamento seletivo da informação e, por outro é a maturação que identifica o comportamento biológico. Na psicologia cognitiva começou a sentir-se muito interesse pelo estudo do mecanismo de tomada de decisão principalmente, dentro deste âmbito, pela análise do processamento seletivo da informação sendo as suas relações com o esporte de grande relevância. Diante disso o estudo em questão objetiva verificar a influência da maturação através do protocolo de idade óssea no tempo de reação de esportistas em diferentes modalidades.

2. MATERIAIS E MÉTODO

O estudo foi descritivo de tipologia transversal. A amostra composta por 94 jovens de 11 a 14 anos de ambos os gêneros, praticantes de esportes nas modalidades voleibol e futebol, escolhidos de forma não probabilística intencional. A pesquisa seguiu todas as normas, aprovada em comitê de ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (parecer nº. 1249937/2015), em consonância com a Declaração de Helsinki (2013) e Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. A participação dos adolescentes foi condicionada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis após serem informados sobre os objetivos do presente estudo.

2.1 INSTRUMENTOS

Foi realizada avaliação antropométrica: estatura, massa corporal, perímetro de braço, dobra tricúspita, diâmetro biepicondilar do úmero e do fêmur, seguindo a padronização da International Society for Advancement in Kinanthropometry– ISAK proposto por Marfell–Jones et al. (2006).

A avaliação da idade óssea foi realizada a partir do modelo matemático preditor da maturação óssea proposto por Cabral (2011).

Para determinar a idade cronológica foi contada a quantidade de meses de vida do mesmo a partir da data de nascimento com dia, mês e ano, dividido por 12 (doze). Malina e Bouchard (2002) classifica a maturação em atrasado, normal ou acelerado. Sendo essa classificação obtida através da subtração entre o valor da idade óssea em meses pela idade cronológica em meses, após a subtração caso o indivíduo encontre-se entre +1 e -1 em relação à idade cronológica em meses ele é classificado como normal, acima do +1 encontra-se em classificação acelerado e caso o valor seja inferior a -1 o indivíduo tem classificação maturacional atrasada. Para avaliação do tempo de reação, foi utilizado o Teste de Stroop seguindo o protocolo de Córdova et al. (2008).

2.2 PROCEDIMENTOS

A estatura corporal foi aferida com o estadiômetro Sanny® ES2020, a massa corporal considerando a alta precisão da balança eletrônica Fiziola® 150 kg (Kilogramas). Os

diâmetros e comprimentos ósseos foram utilizados o paquímetro Sanny® e perímetro de braço a fita antropométrica Sanny®. As dobras cutâneas foram aferidas três vezes utilizando o compasso científico Sanny®, obtendo assim a média entre as aferições, para um único resultado ou então a obtenção de duas aferições iguais para o resultado final.

A avaliação da idade óssea foi realizada a partir do modelo matemático preditor no qual, a idade óssea é determinada a partir das variáveis antropométricas conforme a equação (Quadro 1).

Quadro 1. Equação (avaliação da idade óssea).

$$\text{Idade Óssea} = -11,620 + 7,004 (\text{estatura}) + 1,226 * \text{Dsexo} + 0,749 * (\text{idade}) - 0,068 * (\text{Tr}) + 0,214 * (\text{Pcb}) - 0,588 * (\text{Du}) + 0,388 * (\text{Df}).$$

Onde: Tr= dobra cutânea tricipital, Pcb= perímetro do braço DU= diâmetro ósseo do úmero, Df= diâmetro ósseo do fêmur e Dsexo = 0 para o sexo masculino e Dsexo = 1, para o sexo feminino.

Para avaliação do tempo de reação, foi utilizado o Teste de Stroop, onde o indivíduo em frente a um notebook foi instruído sobre o procedimento do teste, que seria para avaliar o seu tempo de reação e que ele faria duas vezes, sendo a primeira como familiarização do teste e a segunda onde seria registrado o tempo do teste. O teste consiste em três etapas, sendo a primeira e a segunda etapa de caráter congruente e a terceira etapa incongruente. O indivíduo com as teclas de seta do notebook estará escolhendo entre a resposta da direita ou da esquerda, com as teclas de direção. Cada etapa consiste em 12 estímulos e respostas, sendo totalizados, 36 (trinta e seis) estímulos e respostas.

Na primeira etapa o estímulo será para a cor do retângulo que poderá ser nas cores (Azul, Preto, Verde ou Vermelho), sendo com duas opções de respostas. Na segunda etapa o estímulo e a resposta serão feitos na cor branca, equivalendo dessa vez, o acerto no nome da palavra, continuando as palavras Azul, Preto, Verde ou Vermelho, o indivíduo deve responder o nome da palavra correto. Na terceira etapa o estímulo foi o aparecimento do nome da cor descrito com outra cor, o indivíduo deveria responder de acordo com a cor do nome, as palavras descritas são Azul, Preto, Verde ou Vermelho, descrito com outra cor. O teste foi realizado individualmente, em um ambiente reservado, com uma sala fechada, iluminada, constando apenas o avaliado e o avaliador, com temperatura de 20°C. Foi registrado o tempo de reação da segunda avaliação.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogoroc-Smirnov, sendo apresentada uma distribuição normal. Os dados foram reportados em valores de tendência central (média, desvio padrão, valores mínimo e máximo) e frequência. Para comparar o tempo de reação de acordo com o estado maturacional utilizou-se a análise multivariável (MANOVA) seguido do Post Hoc de Bonferroni para verificar a diferença quando encontrado um valor de F significativo entre os grupos. Para verificar a relação da idade óssea e maturação com o tempo de reação e número de erros recorreu-se à correlação de Pearson. As análises foram realizadas através do software Statistical Package for the Social Sciences – SPSS versão 20.0. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 ilustra a característica da amostra e a descrição do desempenho no Stroop teste das crianças e adolescentes, o qual é reportado o tempo de reação total e nas respectivas etapas (I e II= congruente e III= incongruente), bem como o número de erros totais e nas etapas do teste.

A tabela 2 reporta a comparação do tempo de reação e número de erros entre os estados maturacionais das crianças e adolescentes. É possível observar melhor desempenho na etapa III do Stroop teste para os sujeitos classificados no estado maturacional 'normal' quando comparado com os 'atrasados' (effect size=0,068).

A correlação da idade óssea com o tempo de reação e números de erros é ilustrada na figura 1 e 2, respectivamente. Foi observada a relação entre a idade óssea com o tempo de reação ($r = -0,359$; $p < 0,001$), no qual mostrou ser uma relação negativa, já relativo ao número de erro não se verificou relação com a idade óssea ($r = -0,020$; $p = 0,845$).

As análises da relação da maturação com o tempo de reação e número de erros são ilustradas nas figuras 3 e 4, respectivamente. Verificou-se que o tempo de reação se relacionou de forma negativa com a maturação ($r = -0,312$; $p = 0,002$) o que não se observou para o número de erros ($r = 0,074$; $p = 0,476$).

Tabela 1. Descrição da amostra e valores obtidos no Stroop Teste.

VARIÁVEIS	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	
Sexo			
Masculino	60	63.8	
Feminino	34	36,2	
	Média e Desvio Padrão	Valores Mínimos	Valores Máximos
Idade cronológica	13.26 ± 1.25	10.30	14.70
Idade Óssea	12.83 ± 1.60	8.83	15.21
Maturação	-0.42 ± 0.98	-3.10	1.40
Stroop Teste			
TR Total (s)	69.73 ± 11.94	46.90	104.90
TR Etapa I (s)	17.32 ± 3.37	11.73	30.23
TR Etapa II (s)	19.45 ± 4.15	13.03	31.24
TR Etapa III (s)	22.86 ± 4.41	12.44	36.97
Erro Total	5.30 ± 4.97	-	22.00
Erro Etapa I	0.82 ± 1.38	-	7.00
Erro Etapa II	0.68 ± 1.34	-	7.00
Erro Etapa III	3.82 ± 3.74	-	12.00

Tabela 2. Comparação do tempo de reação de acordo com o estado maturacional das crianças e adolescentes.

Stroop Teste	Atrasado (n=27)	Normal (n=62)	Acelerado (n=05)	F	p
	Média e DP	Média e DP	Média e DP		
TR Total (s)	74.24 ± 13.23	67.78 ± 10.96	69.66 ± 12.12	2.86	0.062
TR Etapa I (s)	17.79 ± 3.58	17.12 ± 3.37	17.23 ± 2.36	0.37	0.691
TR Etapa II (s)	20.90 ± 4.31	18.78 ± 3.90	19.89 ± 5.09	2.56	0.083
TR Etapa III (s)	24.66 ± 4.99 ^a	22.09 ± 3.98	22.75 ± 4.35	3.37	0.039
Erro Total	4.78 ± 3.78	5.43 ± 5.51	6.60 ± 3.78	0.34	0.714
Erro Etapa I	1.18 ± 1.33	0.71 ± 1.44	0.40 ± 0.54	1.37	0.260
Erro Etapa II	0.52 ± 0.85	0.79 ± 1.55	0.20 ± 0.45	0.72	0.491
Erro Etapa III	3.07 ± 3.35	3.98 ± 3.88	6.00 ± 3.60	1.45	0.238

^a = diferenças significativa Atrasado X normal; TR= tempo de reação; DP= desvio padrão.

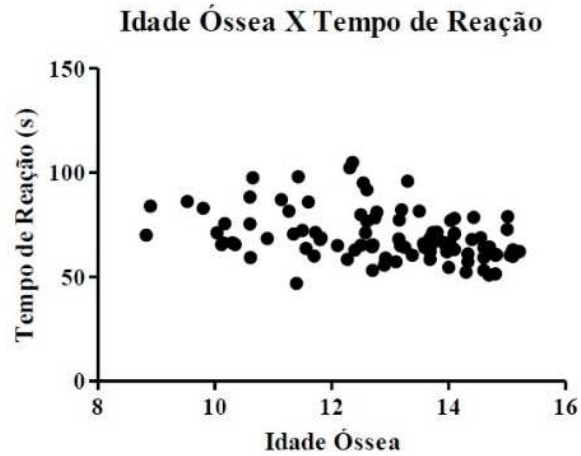


Figura 1. Correlação da idade óssea com o tempo de reação das crianças e adolescentes.

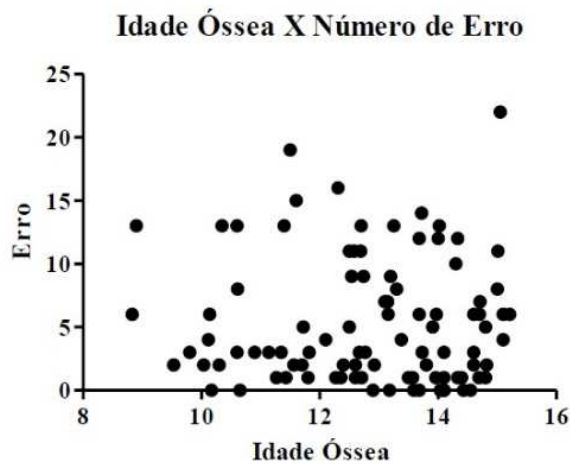


Figura 2. Correlação da idade óssea com o número de erros das crianças e adolescentes.

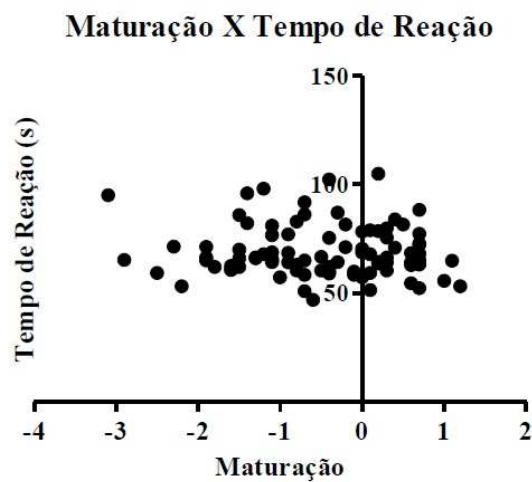


Figura 3. Correlação da maturação com o tempo de das crianças e adolescentes.

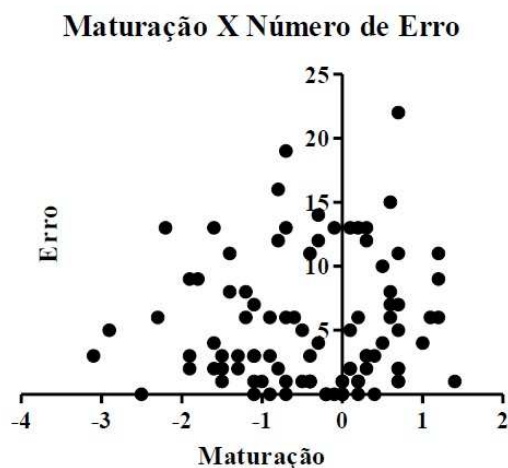


Figura 4. Correlação da maturação com o número de erros das crianças e adolescentes.

O objetivo deste estudo foi verificar a influência da maturação através do protocolo de idade óssea (CABRAL, 2011) no tempo de reação de esportistas de diferentes modalidades. Os principais achados desta pesquisa foram os resultados semelhantes das correlações da idade óssea e níveis maturacionais com o tempo de reação, mostrando que quanto maior a idade óssea e maturação menor será o tempo de reação destes indivíduos.

A adolescência é, atualmente, reconhecida como o maior e o mais dinâmico período de desenvolvimento neuronal, durante o qual ocorrem as maiores remodelações dos circuitos comportamentais. Estes aspetos prendem-se principalmente com o aumento da capacidade funcional, alterações na distribuição dopaminérgica, maturação do sistema límbico e desenvolvimento do córtex pré-frontal (JOHNSON et al., 2009). A mielinização é favorecida nas áreas corticais que permaneceram intactas, aumentando assim a velocidade de transmissão de informação nestas regiões e reforçando os circuitos neuronais mais utilizados. Tem-se verificado que no córtex pré-frontal este reforço da mielinização só acontece após os 10 anos de idade (COUTINHO, 2013).

Ao observarmos a tabela 2 o TR na etapa III do teste, os sujeitos que se encontravam com uma maturação atrasada tiveram um maior tempo de reação. Resultados estes que podem ser explicados pelo desenvolvimento cognitivo e o motor que iniciam-se após o nascimento e suas fases de desenvolvimento se relacionam à idade, portanto, quanto mais nova a criança menor o desenvolvimento quando comparado à criança mais velha, ou seja quanto menor for o estado maturacional, menor também será o desenvolvimento de suas capacidades motoras e cognitivas., o que se coaduna com Gallahue e Ozmun (2006) que em

seus estudos demonstraram este comportamento comparando crianças mais jovens com crianças mais velhas.

Na figura 1 encontramos uma relação negativa da idade óssea e o tempo de reação ($r = -0,359$; $p < 0,001$). Isso se deve ao fato de que quanto maior for a idade óssea menor será o tempo de reação. Portanto, a idade óssea é uma importante variável a ser estudada, além de outros fatores que também influenciam o TR como o desenvolvimento das capacidades físicas. Concordando com estudo de Noce et al. (2012) que a idade influencia a capacidade de responder de forma veloz ao estímulo. Quando correlacionados os tempos de reação, cognitivo e motor, com um teste de desempenho específico, observaram-se valores moderados e significativos, o que evidencia a contribuição desta variável (tempo de reação) no processo de seleção de talentos. A contribuição da variável tempo de reação no processo de detecção de talentos ocorre, principalmente, por meio da variável estratificada “tempo de reação cognitivo” que representa a qualidade da percepção do atleta.

Ao observarmos a figura 3 foi possível verificar que o tempo de reação se relacionou de forma negativa com a maturação ($r = -0,312$; $p = 0,002$), o que pode ser explicado pelo processo de maturação cerebral não se ter completado plenamente, pois se acredita que até a idade de 9 a 12 anos ocorre a maturação biológica dos hemisférios cerebrais. Os resultados encontrados mostraram uma maior rapidez em tarefas de tempo de reação na faixa da adolescência, sugerindo uma melhor capacidade atencional nessa faixa etária em ambos os sexos em tarefas de vigilância e de detecção de sinais. Isso significa que o desenvolvimento influi diretamente sobre a capacidade atencional, melhorando-a. O que corrobora com o estudo de Wagner (2003) que afirma que crianças apresentarem um tempo de reação maior do que os.

Na figura 4 não houve correlação da maturação com o número de erros dos esportistas. Tal fato pode ser explicado devido a amostra de o presente estudo ser composta por indivíduos praticantes de iniciação esportiva, com idade de até 14 anos. Onde temos crianças em formação, pode não ter sido ainda suficiente para diferenciar estas características (RIZOLA, 2003). Em indivíduos atletas, mesmo que jovens, ou em adultos as capacidades tendem a ser encontradas em estados ótimos para a utilização em tarefas simples tornando uma relação de associação entre as mesmas desnecessárias para o desempenho de algumas habilidades motoras. Assim, a criança que se encontra em processo de formação nos diferentes domínios (físico, motor, cognitivo) necessitaria de uma mudança interação dessas capacidades para conseguir níveis de desempenho adequados (ALEIXO et al., 2012). O tempo de prática esportiva é um fator relevante que pode interferir

no TR (MAGILL, 2000). Indivíduos que treinam passam por diversas situações entre elas o controle de tomadas rápidas de decisão (SCHMIDT; LEE, 1988).

4. CONCLUSÃO

Podemos concluir que ao correlacionarmos a idade óssea e maturação com o tempo de reação foi verificada uma relação negativa. Portanto quanto maior a idade óssea e o estágio maturacional menor será o tempo de reação. Sendo possível ainda observar melhor desempenho na etapa III do Stroop teste para os sujeitos classificados no estado maturacional 'normal' quando comparado com os 'atrasados'. Dessa forma fica evidente a importância dos estudos da maturação para ciências do esporte, sendo ela um fator de influência em variáveis como o tempo de reação, que é considerado um diferencial de desempenho nas modalidades esportivas que utilizam grandes variações de movimento e exigem rápidas tomadas de decisão.

5. REFERÊNCIAS

ALEIXO, I.M.S.; TEIXEIRA, F.A.C.; VIEIRA, M.M. Relação entre tempo de reação e tempo de movimento em uma habilidade motora com crianças. **Motricidade**, v. 8, n. S2, p. e1032, 2012.

AMARO, E.; BARKER, G.J. Study design in fMRI: Basic principles. **Brain Cogn**, v. 60, n. 3, p. 220–232, 2006.

BLAKEMORE, S.J. The social brain in adolescence. **Nat Rev Neurosci**, v. 9, n. 4, p. 267–277, 2008.

BRAMEN, J.E.; HRANILOVICH, J.A.; DAHL, R.E.; FORBES, E.E.; CHEN, J.; TOGA, A.W. et al. Puberty influences medial temporal lobe and cortical gray matter maturation differently in boys than girls matched for sexual maturity. **Cereb Cortex**, v. 21, n. 3, p. 636–646, 2011.

CABRAL, B. G. D. A. T. Associação entre idade óssea, maturação, aptidão física e antropometria em praticantes de voleibol de 8 a 14 anos. (Tese) Doutorado - Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Porto, 2011.

CÓRDOVA, C.; KARNIKOWSKI, M.G.O.; PANDOSSIO, J.E.; NÓBREGA, O.T.; Caracterização de respostas comportamentais para o teste de Stroop computadorizado-Testinpacs. **Neurociencias**, v. 4, n. 2, p. 75–79, 2008.

COUTINHO, P.M.R.F. **Tradução neuroimagingológica dos ritmos de maturação pubertária em adolescentes do sexo feminino**. (Dissertação) Mestrado em Saúde do Adolescente - Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, 2013.

- DAVIS, D.S.; BARNETTE, B.J.; KIGER, J.T.; MIRASOLA, J.J.; YOUNG, S.M. Physical characteristics that predict functional performance in Division I college football players. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 1, p. 115–120, 2004.
- GALLAHUE, D.L.; OZMUN, J.C. **Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults**, v. 118, Pediatrics. Boston: McGraw-Hill; 2006.
- GIEDD, J.N.; STOCKMAN, M.; WEDDLE, C.; LIVERPOOL, M.; ALEXANDER-BLOCH, A.; WALLACE, G.L. et al. Anatomic magnetic resonance imaging of the developing child and adolescent brain and effects of genetic variation. **Neuropsychol Rev**, v. 20, p. e34961, 2010.
- JOHNSON, S.B.; BLUM, R.W.; GIEDD, J.N. Adolescent maturity and the brain: the promise and pitfalls of neuroscience research in adolescent health policy. **J Adolesc Heal**, v. 45, n. 3, p. 216–221, 2009.
- MAGILL, R.A. **Aprendizagem Motora Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher; 2000.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. São Paulo: Editora Roca; 2002.
- MARFELL-JONES, M.J.; STEWART, A.D.; DE RIDDER, J.H. **International standards for anthropometric assessment**. Potchefstroom: RSA: North-West University; 2006.
- MIYAMOTO, R.J.; MEIRA, J.R.C.M. Tempo de reação e tempo das provas de 50 e 100 metros rasos do atletismo em federados e não federados. **Rev Port Ciências do Desporto**, v. 4, n. 3, p. 42–48, 2004.
- MORI, S.; OHTANI, Y.; IMANAKA, K. Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. **Hum Mov Sci**, v. 21, n. 2, p. 213–230, 2002.
- NOCE, F.; FERREIRA, T.S.; MOREIRA, C.Z.; ANDRADE, A.G.P.; MELLO, M.T.; COSTA, V.T. Influência do tempo de reação simples na seleção de jovens talentos no tênis. **Rev da Educ Física/UEM**, v. 23, n. 3, p. 369-377, 2012;
- PATTON, G.C.; VINER, R. Pubertal transitions in health. **Lancet**, v. 369, n. 9567, p. 1130–1139, 2007.
- RIZOLA, A.N. **Uma proposta de preparação para equipes jovens de voleibol feminino**. (Dissertação) Mestrado em Educação Física - Faculdade de Educação Física da Unicamp, Campinas, 2003.
- SCHMIDT, R.A.; LEE, T. **Motor control and learning**. United States: Human kinetics, 1988.
- SHIDOJI, K.; MATSUNAGA, K. Reaction times for fine discrete movements. **Percept Mot Skills**, v. 72, n. 2, p. 595–602, 1991.
- TORRES-UNDA, J.; ZARRAZQUIN, I.; GIL, J.; RUIZ, F.; IRAZUSTA, A.; KORTAJARENA, M. et al. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. **J Sports Sci**, v. 31, n. 2, p. 196–203, 2013.
- WAGNER, C.J.P. **Atenção visual em crianças e adolescentes: um estudo a partir do Paradigma de tempo de reação**. (Dissertação) Mestrado em Psicologia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

RELAÇÃO ENTRE CONTROLE INIBITÓRIO E MATURAÇÃO PARA A SELEÇÃO DE TALENTOS ESPORTIVOS

Nathália Monastirski Ribeiro Campos, Paulo Moreira Silva Dantas e Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral

RESUMO

A seleção de talentos do esporte é influenciada por variáveis que mensuram a performance dos atletas nas modalidades esportivas, dentre elas as demandas cognitivas e a maturação. Estas devem ser consideradas na avaliação da melhora do desempenho dos praticantes. Com isso, o objetivo do estudo em questão foi analisar a relação da idade óssea com o controle inibitório em crianças e jovens de 8 a 14 anos de idade. A idade óssea foi avaliada através de equação preditora da idade óssea, enquanto o controle inibitório foi mensurado através do teste de Stroop. Encontrou-se uma relação moderada entre idade óssea e o tempo de reação ($r=0.339$; $r^2= 0.159$; $p < 0.001$), mas não encontrou relação com o erro. Em adição, os dados reportam que não há diferença significativa do desempenho de tempo de reação entre os sujeitos classificados como normal e os sujeitos classificados como acelerado ($t(124) = 1.261$; $p= 0.210$), e não houve diferença entre os valores de erros no teste de stroop, o que nos leva a acreditar que a maturação influencia o desempenho de controle inibitório no que diz respeito a velocidade.

Palavras-chave: Controle inibitório, Talentos esportivos e Jovens.

ABSTRACT

The selection of sports talents is influenced by variables that measure the performance of athletes in sports, including cognitive demands and maturation. These should be considered when assessing the improvement of practitioners' performance. Thus, the aim of the study in question was to analyze the relationship between bone age and inhibitory control in children and young people aged 8 to 14 years. Bone age was assessed by bone age predictive equation. Stroop test was performed to evaluate inhibitory control. Results show a moderate relation between bone age and reaction time ($r=0.339$; $r^2=0.159$; $p<0.001$), but no relation was found to error. In addition, results show no significative difference to reaction time performance for normal and accelerated participants ($t(124) = 1.261$; $p=0.210$). There was no difference between Strop test errors what suggests that maturation has positive influence for inhibitory control related to velocity.

Keywords: Inhibitory control, Sports talent and Youth.

1. INTRODUÇÃO

Para crianças, a aptidão física e a maturação merecem atenção especial no processo de seleção de talentos, devido sua influência no desempenho de controle inibitório, tendo sido reportado que o córtex pré-frontal (CPF) se desenvolve durante os anos pré-escolares (BUCK; HILLMAN; CASTELI, 2008; TANAKA et al., 2013; BASSO et al., 2015). No entanto, a adolescência é considerada um período único de desenvolvimento do cérebro, em que mudanças estruturais e funcionais são associadas para melhora do domínio cognitivo importantes para as funções da vida adulta (HERTING et al., 2017). Mehnert et al. (2013) identificou que em um teste de controle inibitório foi encontrada ativação do CPF em adultos e crianças, tendo sido encontrada maior ativação em adultos. Além disso, também foi encontrado melhor desempenho de velocidade e precisão para os adultos. Com isso, é possível sugerir que existe uma relação entre o desenvolvimento humano e a performance de controle inibitório.

Considerando os domínios cognitivos que despontam como mais suscetíveis aos efeitos da prática esportiva estão as funções executivas (FE) (DONNELLY et al., 2016; LUDYGA et al., 2016). Tais funções estão associadas a processos cognitivos que possibilitam a realização de atividades direcionadas a metas específicas, tais como a memória de trabalho, a flexibilidade cognitiva e o controle inibitório; sendo esses aspectos centrais para o sucesso acadêmico, laboral e comportamento social (ZORZA; MARINO; MESAS, 2016). Porém, estudos consistentes têm apontado a dimensão do controle inibitório como aquela que mais se beneficia da prática de exercícios físicos (Verburgh et al., 2014; LUDYGA et al., 2016; GEJL et al., 2018).

A maturação biológica é um processo de importantes alterações fisiológicas que se manifestam de forma mais intensa durante a adolescência e o tempo de sua ocorrência depende do sexo e do estágio maturacional. Por consequência, as diferenças de performance motora nas comparações entre sujeitos de maturação adiantada com os normais ou atrasados torna necessária a classificação maturacional no contexto esportivo ou nas pesquisas realizadas com crianças e adolescentes (MALINA et al., 2009).

Estudos anteriores têm demonstrado correlação moderada entre idade óssea e tempo de reação, componente do controle inibitório, verificando ainda em estudos longitudinais correlação moderada entre a diferença da idade óssea e a diferença do tempo de reação, mostrando relação entre as variáveis (HIROSE; HIRANO; FUKUBAYASHI, 2004). Em seu

estudo, Buck, Hillman e Castelli (2008) verificaram uma relação entre a idade e a fase incongruente, indicando que a idade pode desenvolver a capacidade inibitória. Dessa forma o propósito do presente estudo é analisar a associação entre idade óssea e controle inibitório, partindo da hipótese de existência de relação entre o processo maturacional e acurácia no teste de controle inibitório, assim como a melhor performance em crianças com maturação acelerada.

2. MATERIAIS E METÓDOS

O presente estudo caracteriza-se como transversal de tipologia descritivo correlacional. Foi aprovado no conselho do comitê de ética local nº1249937, assim como respondeu aos itens propostos pela resolução 466/12 – CNS – Brasil (12/12/2012) e declaração de Helsinki (2013).

A amostra foi composta por 111 crianças e adolescentes de ambos os sexos, praticantes de modalidades esportivas em projetos de iniciação. O cálculo amostral a posteriori indicou um poder de 97% para a presente amostra. Como critérios de inclusão foram adotados os seguintes critérios: idade cronológica entre 11 e 14 anos; não ser diagnosticado com nenhuma doença cognitiva, que pudesse interferir nos resultados do teste utilizado, déficit cognitivo diagnosticado, ou oferecer risco ao próprio sujeito; frequentar de forma assídua os treinamentos (>85%); apresentar o termo de consentimento e assentimento livre e esclarecido por responsáveis antes das avaliações.

Para a avaliação antropométrica os indivíduos foram avaliados descalços e usando roupas leves. Para o estudo, a idade cronológica, massa e estatura corporais, uma dobra cutânea, um perímetro corrigido de braço e dois diâmetros foram verificados, de acordo com os procedimentos e na sequência descrita abaixo. Toda antropometria seguiu copiosamente a padronização da International Society for Advancement in Kinanthropometry– ISAK (MARFELL-JONES et al., 2012). A medida de estatura e massa foi realizada no estadiômetro com precisão de 0.1 mm (SANNY®) e balança com precisão de 100 gramas (G-Tech®), respectivamente. O diâmetro de úmero e do fêmur foi medido em um paquímetro da marca CESCORF®. A dobra de tríceps foi medida por meio de um adipômetro científico (HARPEDEN®). Cada medida foi repetida 3 vezes e a análise foi realizada com a médias das avaliações. O erro técnico de medida foi gerado (ETM%= 2.17) de acordo com o modelo

proposto por Perini et al. (2005) e a correlação intraclasse foi usada como complemento ($r=0.998$; $p<0.001$).

A maturação foi estimada por meio da equação preditora da idade óssea validada para crianças brasileiras de 8 a 14 anos de idade ($r=0.868$; $r^2=0.754$) (CABRAL et al., 2013b) (Quadro 1). Para a idade cronológica, foi realizado a razão da soma de todos os meses de vida dividida por 12 (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). A partir das idades cronológica e biológica, foi obtida a classificação do estágio maturacional por meio da subtração da idade óssea pela idade cronológica. A classificação define estágio maturacional atrasado quando o resultado da subtração é inferior a -1; normal quando o resultado da subtração se encontra entre -1 e +1; e acelerado quando o resultado é superior a +1 (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Quadro 1. Equação (maturação)

$$\text{Idade óssea} = -11.620 + 7.004 (\text{estatura}) + 1,226 * \text{Dsexo} + 0.749 (\text{idade}) - 0.068 (\text{Tr}) + 0.214 (\text{Pcb}) - 0.588 (\text{Du}) + 0.388 (\text{Df}).$$

Em que, Tr= dobra de tríceps, Pcb= perímetro corrigido do braço, Du= Diâmetro de úmero, Df= Diâmetro de fêmur; e Dsexo= 0 para meninos e Dsexo= 1 para meninas.

A fim de avaliar o controle inibitório foi realizado o Teste do Stroop de acordo com o protocolo validado por Córdova et al. (2008) em um software da marca Testinpacs®. O teste é dividido em 3 etapas, sendo as 2 primeiras congruente e a última incongruente. Na primeira etapa os sujeitos deveriam associar a cor do quadro com o nome correspondente. Já na segunda etapa os sujeitos deveriam associar a palavra principal com alguma das palavras sugeridas. Enquanto que na terceira etapa, os sujeitos deveriam associar a cor da palavra com a palavra.

As coletas dos dados foram realizadas durante quatro dias não consecutivos (1 e 2 – 3 e 4). Os dias 1 e 2 foram usados para coleta dos dados na escolinha de futebol e os dias 3 e 4 para as coletas do vôlei. As medidas antropométricas foram realizadas nos dias 1 e 3 e o controle inibitório foi realizado nos dias 2 e 4.

Na análise estatística a normalidade dos dados foi analisada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov e z-score de assimetria e curtose (-1.96 até +1.96). Os dados descritivos estão expostos em mediana e intervalo interquartil e a comparação entre os sexos foi realizada pelo teste de Mann-Whitney U. A linearidade das observações, homocedasticidade, normalidade e a distribuição dos resíduos na linha de regressão foram

verificadas por método gráfico. Uma análise de regressão linear foi utilizada com idade óssea como variável independente e tempo de reação como variável dependente. A comparação do tempo de reação ocorreu com os valores transformados por logaritmo base 10, se adequando ao teste t para amostras independentes. Para o erro, foi usado o teste U de Mann-Whitney. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da análise descritiva estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Análise descritiva dos sujeitos (mediana e intervalo interquartil).

Variáveis	Meninos n = 74	Meninas n = 37	P-valor
Idade (anos)	13.32 (1.75)	13.87 (3.13)	0.001
Idade óssea (anos)	15.79 (3.070)	14.15 (3.82)	0.001
Estatura (m)	1.57 (0.20)	1.49 (0.15)	0.007
Massa (kg)	45.65 (18.45)	45.25 (15.63)	0.230
Tempo de reação (ms)	66764.50 (15621.25)	67917.43 (18104.00)	0.732
Erro	3 (7.75)	4.5 (8.25)	0.285

Em nossa amostra, os meninos apresentaram idade cronológica superior quando comparado com as meninas ($U = 2474.50$; $p < 0.01$), porém se apresentaram menos desenvolvidos com relação a sua idade biológica ($U = 2526$; $p < 0.01$), apresentando-se com maturação mais atrasada do que as meninas no contexto geral. Em contraste, o desempenho de tempo de reação ($U = 1907.5$; $p = 0.732$) e de precisão ($U = 1630.00$; $p = 0.285$) no teste foi similar para ambos os grupos.

A maturação foi capaz de prever a velocidade de resposta no teste de Stroop ($F_{(1,124)} = 23.436$; $p < 0.0001$). A idade óssea foi responsável por 16% da variação no tempo de reação das crianças (Figura 1), com $r^2_{ajustado} = 15\%$ ($r = 0.339$; $r^2 = 0.159$; $B = -2044.449$; $p < 0.001$; $95\%IC = -2880.33$ até -1208.57).

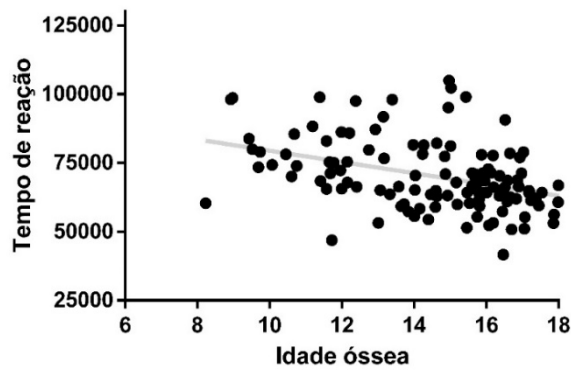


Figura 1. Relação entre idade óssea e tempo de reação.

A comparação do desempenho de tempo de reação (dados comparados foram transformados por log de base 10) e número de erros no teste é reportado na figura 2. Os dados reportam que não há diferença significativa do desempenho de tempo de reação entre os sujeitos classificados como normal e os sujeitos classificados como acelerado ($t_{(124)} = 1.261$; $p=0.210$; $\Delta = 0.02$; 95%IC= -0.01230 até 0.05974). Também não foi reportada diferença para a quantidade de erros entre os grupos ($U = 862.00$; $p = 0.290$).

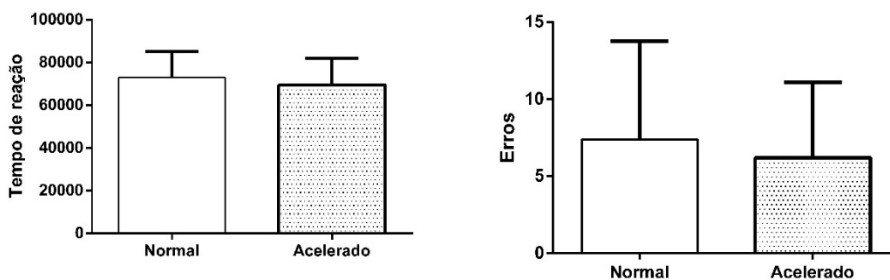


Figura 2. Comparação do tempo de reação e erros entre os estágios maturacionais.

Para o grupo analisado, verificou-se não haver diferença para a quantidade de erros, sendo encontrada uma pequena relação ($r^2=0.128$) entre idade óssea e tempo de reação (Figura 2), sugerindo que outros fatores podem ser tão importantes quanto a idade biológica em sujeitos púberes para o desenvolvimento do controle inibitório. Conforme foi demonstrado em meta-análise, o exercício físico pode ser determinante para melhora da capacidade cognitiva (VERBURGH et al., 2014). Tem sido demonstrado que o exercício é capaz de

promover melhora na função do córtex pré-frontal (BASSO et al., 2015) e, uma vez que a função executiva depende de um circuito neural relacionado ao córtex (DIAMOND; LEE, 2011), é possível assumir que a prática de atividades físicas pode ter relação com o desenvolvimento dessas funções. De fato, aptidão física é constantemente citada como responsável pela qualidade do desempenho dos testes das funções executivas (BUCK; HILLMAN; CASTELLI, 2008; CHADDOCK et al., 2010; KHAN; HILLMAN, 2014). Já no estudo de Simões (2017) observou-se que praticantes de atividade esportiva obtiveram resultados superiores de controle inibitório aos sujeitos não praticantes, pois além de obterem menores valores de tempo de respostas, apresentaram menores quantidades de erros. Os esportes que envolvem altas demandas da capacidade cognitiva, podem desenvolver um melhor controle inibitório, levando em consideração o ambiente de treinamento, sendo este consistente, previsível e de autoaprendizagem para os praticantes (WANG et al., 2013).

Acredita-se que a prática de esportes pode promover benefícios superiores para as funções executivas quando comparado ao exercício de endurance, principalmente pela melhora da aptidão física e pelos constantes desafios impostos as funções executivas (DIAMOND; LEE, 2011). Além disso, é sugerido que praticantes de modalidades abertas tem melhor controle inibitório do que praticantes de modalidades fechadas e sujeitos sedentários (WANG et al., 2013). Em nosso estudo, as crianças eram praticantes de modalidades abertas e, portanto, é possível que a prática regular tenha influenciado o controle inibitório.

Em adição, a relação moderada também pode indicar que o tempo de reação pode estar relacionado à maturação do sistema nervoso. O SNC passa por um processo de desenvolvimento desde o período pré-natal até a idade adulta (LENROOT; GIEDD, 2006). Estudo prévio verificou que a mielinização tem relação com a idade e pode melhorar o desempenho de tempo de reação (CHEVALIER et al., 2015). Os autores do presente estudo entendem que a idade óssea não é o melhor método para se avaliar maturação cognitiva, porém a equação preditiva da idade óssea é um método de avaliação prático para o âmbito do treinamento esportivo. Além do mais, em estudo longitudinal, foi estabelecida a relação ($r=-0.45$; $p<0.01$) entre os ganhos da idade óssea e a melhora do tempo de reação, componente do controle inibitório (HIROSE; HIRANO; FUKUBAYASHI, 2004).

Dentro de um processo de treinamento, nosso estudo encontrou que 6,3% das crianças eram caracterizadas com maturação atrasada, enquanto que 93,6% eram normais ou aceleradas. Igualmente, Torres-Unda et al. (2013) identificaram que os jogadores de basquetebol selecionados tinham o desenvolvimento maturacional mais avançado do que os não selecionados. Evidências tem reportado que sujeitos com maturação acelerada tem

vantagens físicas no processo de treinamento (CABRAL et al., 2013a; GANTOIS et al., 2017; PINTO et al., 2017) e, no presente estudo, vantagens cognitivas. Portanto, realizar um planejamento de treinamento infantil sem considerar o estado de maturação dos jovens atletas, pode provocar erros graves nos critérios de seleção, que ainda é baseada no julgamento subjetivo do treinador (HICHEUR et al., 2017).

Embora as informações descritas nesse estudo sejam válidas, os autores entendem que existem algumas limitações, como o controle da capacidade aeróbica dos sujeitos ou o tempo de prática esportiva que cada sujeito tinha fora da escolinha. Assim, sugerimos estudos que identifiquem a capacidade aeróbica dos sujeitos, estratifiquem o tempo de prática esportiva e comparem o efeito de intervenções de treinamento de endurance e treinamento esportivo nas funções executivas.

4. CONCLUSÃO

Os resultados aqui apresentados permitem concluir que a maturação se relaciona de forma linear com o tempo de reação. Entretanto, não foi identificada diferença no desempenho do Stroop Test entre o grupo com maturação normal e seus pares com maturação acelerada. Então, outros fatores podem ser tão importantes quanto a idade biológica em sujeitos púberes para o desenvolvimento do controle inibitório.

Portanto, fica evidente a importância dos estudos que relacionam a maturação para ciências do esporte, sendo ela um fator de influência em variáveis como controle inibitório, que é considerado um diferencial de desempenho nas modalidades esportivas que utilizam grandes variações de movimento e exigem rápidas tomadas de decisão, levando em consideração que os indivíduos nos processos de detecção esportiva devem ser avaliados de forma geral e não apenas características específicas.

5. REFERÊNCIAS

BASSO, J. C.; SHANG, A.; ELMAN, M.; KARMOUTA, R.; SUZUKI, W. A. Acute exercise improves prefrontal cortex but not hippocampal function in healthy adults. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 21, n. 10, p. 791-801, 2015.

BUCK, S. M.; HILLMAN, C. H.; CASTELLI, D. M. The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 40, n. 1, p. 166-172, 2008.

CABRAL, B. G. D. A. T.; CABRAL, S. D. A. T.; MEDEIROS, R. M.; ALCATARA, T.; DANTAS, P. M. S. Relação da maturação com a antropometria e aptidão física na iniciação desportiva. **Motricidade**, v. 9, n. 4, p. 12-21, 2013.

CABRAL, B. G. D. A. T.; CABRAL, S. D. A. T.; VITAL, R.; LIMA, K. C.; ALCANTARA, T.; REIS, V. M.; et al. Equação preditora de idade óssea na iniciação esportiva através de variáveis antropométricas. **Rev Bras Med Esporte**, v. 19, n. 2, p. 99–103, 2013.

CHADDOCK, L.; ERICKSON, K. I.; PRAKASH, R. S.; KIM, J. S.; VOSS, M. W.; VANPATTER, M.; et al. A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. **Brain research**, v. 1358, p. 172-183, 2010.

CHEVALIER, N.; KURTH, S.; DOUCETTE, M. R.; WISEHEART, M.; DEONI, S. C.; DEAN III, D. C.; et al. Myelination is associated with processing speed in early childhood: preliminary insights. **PloS one**, v. 10, n. 10, p. e0139897, 2015.

CÓRDOVA, C.; KARNIKOWSKI, M.; PANDOSSIO, J.; NÓBREGA, O. Caracterização de respostas comportamentais para o teste de Stroop computadorizado-Testinpacs. **Neurociências**, v. 4, n. 2, p. 75-79, 2008.

DIAMOND, A.; LEE, K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. **Science**, v. 333, n. 6045, p. 959-964, 2011.

DONNELLY, J. E.; HILLMAN, C. H.; CASTELLI, D.; ETNIER, J. L.; LEE, S.; TOMPOROWSKI, P.; et al. Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 6, p. e1197, 2016.

GANTOIS, P.; PINTO, V.; CASTRO, K. R. D.; JOÃO, P. V.; DANTAS, P.; CABRAL, B. G. Skeletal age and explosive strength in young volleyball players. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 19, n. 3, p. 331-342, 2017.

GEJL, A. K.; BUGGE, A.; ERNST, M. T.; TARP, J.; HILLMAN, C. H.; HAVE, M.; et al. The acute effects of short bouts of exercise on inhibitory control in adolescents. **Mental Health and Physical Activity**, v. 15, p. 34–39, 2018.

HERTING, M. M.; KIM, R.; UBAN, K. A.; KAN, E.; BINLEY, A.; SOWELL, E. R. Longitudinal changes in pubertal maturation and white matter microstructure. **Psychoneuroendocrinology**, v. 81, p. 70-79, 2017.

HICHEUR, H.; CHAUVIN, A.; CHASSOT, S.; CHENEVIÈRE, X.; TAUBE, W. Effects of age on the soccer-specific cognitive-motor performance of elite young soccer players: Comparison between objective measurements and coaches' evaluation. **PloS one**, v. 12, n. 9, p. e0185460, 2017.

HIROSE, N.; HIRANO, A.; FUKUBAYASHI, T. Biological maturity and choice reaction time in Japanese adolescent soccer players. **Research in sports medicine**, v. 12, n. 1, p. 45-58, 2004.

KHAN, N. A.; & HILLMAN, C. H. The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. **Pediatric exercise science**, v. 26, n. 2, p. 138-146, 2014.

- LENROOT, R. K.; GIEDD, J. N. Brain development in children and adolescents: insights from anatomical magnetic resonance imaging. **Neuroscience & biobehavioral reviews**, v. 30, n. 6, p. 718-729, 2006.
- LUDYGA, S.; GERBER, M.; BRAND, S.; HOLSBOER-TRACHSLER, E.; PÜHSE, U. Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. **Psychophysiology**, v. 53, n. 11, p. 1611–1626, 2016.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. São Paulo: Phorte, 2009.
- MALINA, R. M.; ROGOL, A. D.; CUMMING, S. P.; E SILVA, M. J. C.; FIGUEIREDO, A. J. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. **Br J Sports Med**, v. 49, n. 13, p. 852-859, 2015.
- MARFELL-JONES, M. J.; STEWART, A. D.; DE RIDDER, J. H. **International standards for anthropometric assessment**, 2012.
- PERINI, T. A.; OLIVEIRA, G. L. D.; ORNELLAS, J. D. S.; OLIVEIRA, F. P. D. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. **Rev Bras Med Esporte**, v. 11, n. 1, p. 81-5, 2005.
- PINTO, V. C. M.; DOS SANTOS, P. G. M. D.; DANTAS, M. P.; ARAÚJO, J. P. D. F.; CABRAL, S. D. A. T.; CABRAL, B. G. D. A. T. Relationship between skeletal age, hormonal markers and physical capacity in adolescents. **Journal of Human Growth and Development**, v. 27, n. 1, p. 77-83, 2017.
- SIMÕES, T. B. DOS S. **Marcadores cognitivos e prática esportiva em jovens de 10 a 13 anos nos diferentes estágios maturacionais**. Brasil, 2017.
- TANAKA, C.; MATSUI, M.; UEMATSU, A.; NOGUCHI, K.; MIYAWAKI, T. Developmental trajectories of the fronto-temporal lobes from infancy to early adulthood in healthy individuals. **Developmental Neuroscience**, v. 34, n. 6, p. 477-487, 2012.
- TORRES-UNDA, J.; ZARRAZQUIN, I.; GIL, J., RUIZ, F.; IRAZUSTA, A.; KORTAJARENA, M.; et al. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. **Journal of sports sciences**, v. 31, n. 2, p. 196-203, 2013.
- VERBURGH, L.; KÖNIGS, M.; SCHERDER, E. J. A.; OOSTERLAAN, J. Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 12, p. 973–979, 2014.
- VERBURGH, L.; KÖNIGS, M.; SCHERDER, E. J.; OOSTERLAAN, J. Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 12, p. 973-979, 2014.
- WANG, C. H.; CHANG, C. C.; LIANG, Y. M.; SHIH, C. M.; CHIU, W. S.; TSENG, P.; et al. Open vs. closed skill sports and the modulation of inhibitory control. **PloS one**, v. 8, n. 2, p. e55773, 2013.
- ZORZA, J. P.; MARINO, J.; MESAS, A. A. Executive functions as predictors of school performance and social relationships: primary and secondary school students. **The Spanish Journal of Psychology**, v. 19, p. e40, 2016.

CONTROLE INIBITÓRIO E PRÁTICA ESPORTIVA EM DIFERENTES ESTÁGIOS MATURACIONAIS

**Thaisys Blanc dos Santos Simões, Renata Poliane Nacer de Carvalho Dantas, Paulo
Moreira Silva Dantas e Breno Guilherme de Araújo Tinoco Cabral**

RESUMO

O desenvolvimento das capacidades cognitivas e a promoção da saúde são importantes variáveis no crescimento e desenvolvimento biológico. Com isso, o neurodesenvolvimento vem sendo colocado como importante fator para melhorar o desempenho no esporte de crianças e adolescentes. Verificar a influência da prática esportiva nos marcadores cognitivos de jovens em diferentes estágios maturacionais. Foram avaliados 203 sujeitos de ambos os sexos, com idades entre 10 a 13 anos. Utilizou-se o protocolo de predição de idade óssea para avaliação da maturação e Teste de Stroop para avaliação de controle inibitório. Os testes estatísticos utilizados foram a análise multivariável seguida do post hoc de Tukey e Testes t de Student. Houve diferença entre o tempo de reação e erros das etapas do Stroop Test nos diferentes estágios maturacionais de crianças e adolescentes que praticam atividade esportiva e que não praticam. Conclui-se que ao comparar os estágios maturacionais dos praticantes de atividade esportiva, observou-se que os indivíduos de classificação atrasados obtiveram resultados inferiores aos outros estágios. Ao compararmos os indivíduos praticantes e não praticantes de atividade esportiva em todos os estágios maturacionais os indivíduos praticantes de esporte apresentaram melhores resultados que os não praticantes.

Palavras-chave: Controle inibitório, Prática esportiva e Estágio Maturacionais.

ABSTRACT

The development of cognitive abilities and the promotion of health are important variables in biological growth and development. With this, neurodevelopment has been placed as an important factor to improve performance in the sport of children and adolescents. To verify the influence of sports practice on the cognitive markers of young people in different maturational stages. We evaluated 203 subjects of both sexes, aged between 10 and 13 years. The bone age prediction protocol was used for evaluation of maturation and Stroop Test for evaluation of inhibitory control. The statistical tests used were the multivariate analysis followed by Tukey post hoc and Student t tests. There was a difference between the reaction time and errors of the stages of the Stroop Test in the different maturational stages of children and adolescents who practice sports and do not practice. It was concluded that when comparing the maturational stages of the sportive activity practitioners, it was observed that the individuals of delayed classification obtained inferior results to the other stages. When comparing the practicing and non-practicing sports subjects in all maturational stages, the individuals practicing sports presented better results than the non-practitioners.

Keywords: Inhibitory control, Sports practice and Maturation Internship.

1. INTRODUÇÃO

Nas primeiras duas décadas de vida, a criança e adolescente vivenciam três processos interativos: O crescimento, processo que se refere ao tamanho, às proporções, ao físico, à composição e ao sistêmico; A maturação, refere-se ao aprimoramento das funções esquelética, reprodutora, somática, neuroendócrina e neuromuscular e o desenvolvimento, que se refere ao desenvolvimento cognitivo, emocional, social, motor e moral (MALINA, 2004).

O desenvolvimento das capacidades cognitivas e a promoção da saúde são importantes variáveis no crescimento e desenvolvimento biológico. Com isso, o neurodesenvolvimento vem sendo colocado como importante fator para melhorar o desempenho no esporte de crianças e adolescentes, principalmente quando comparado aos indivíduos que não praticam esportes (HERTING et al., 2014; KHAN; HILLMAN, 2014). Estudos sobre o controle motor buscam investigar como os movimentos são coordenados, e quais estruturas neurais são responsáveis por toda a complexidade de fatores envolvidos, tais como etapas e conexões cerebrais entre ação motora e processos sensoriais, envolvendo aprendizagens motoras contínuas e aprimoramento pela prática repetitiva entre processamentos automáticos e voluntários. Estudos sobre aprendizagem e desenvolvimento motores focalizam as mudanças no comportamento motor em relação às necessidades práticas e ambientais, ao longo do ciclo da vida, envolvendo questões como a maturação (FUENTES et al., 2014).

Com isso, é importante observar o conhecimento das mudanças fisiológicas e morfológicas típicas do período puberal, podendo ser encontrados divergentes níveis de maturação dentro de um mesmo grupo etário (FARIAS et al., 2006). Dentro desse contexto, com jovens atletas, o estado maturacional tem sido um importante fator a ser observado, sendo um conjunto de processos dinâmicos associados a um amplo aspecto de alterações morfológicas, orgânicas e de desenvolvimento, que apresenta variações individuais de velocidade durante o processo (LINHARES et al., 2009; MALINA et al., 2006).

A necessidade de aperfeiçoar o processo de seleção dos atletas tem motivado alguns pesquisadores a investir na área. A partir disso, quando ocorre o processo de detecção de talentos a variável cognitiva tem sido pouco destacada, principalmente quando a estratificamos em cognitivo - processos perceptivos e motor - tempo de movimento (NOCE et al., 2012).

Funahashi (2001), indica que esperar relação entre funções executivas e esporte pode levar a uma operação motora que envolve vários processos cognitivos, direcionados à realização de uma tarefa particular. A ação motora no esporte envolve planejamento cognitivo, dentre outros aspectos. Assim, a estreita relação da atividade cognitiva com o funcionamento motor pode ser observada pela necessidade de refinamento na coordenação entre processamentos cognitivos e movimentos intencionais, essenciais no esporte como a capacidade de reação, força e velocidade (KENDALL et al., 1990; SIMÃO et al., 2010; HAMDAM ET al., 2011).

A presente investigação versa dois aspectos centrais que são as teorias cognitivas ou de processamento seletivo da informação e o comportamento biológico analisado através da maturação que tem sido constante ao buscar suas associações com o desenvolvimento físico e desempenho esportivo.

Diante da constante associação dos temas em questão e da relevância dos estudos de capacidade cognitiva para a ciência do esporte, em especial no processo de seleção esportiva, este estudo está centrado em verificar a influência da prática esportiva nos marcadores cognitivos de jovens de 10 a 13 anos em diferentes estágios maturacionais.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1 AMOSTRA

A amostra composta 203 escolares praticantes e não praticantes de atividade esportiva de ambos os sexos (112 meninas e 91 meninos), com idades entre 10 a 13 anos, residentes no estado do Rio Grande do Norte. A amostragem foi selecionada de forma aleatório não intencional. A pesquisa seguiu todas as normas, aprovada em comitê de ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (parecer nº. 1249937/2015), em consonância com a Declaração de Helsinki (2013) e Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. A participação dos adolescentes foi condicionada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis após serem informados sobre os objetivos do presente estudo.

2.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Na avaliação antropométrica foram verificados estatura, massa corporal, perímetro de braço, dobra tricipital, diâmetro biepicondilar do úmero e do fêmur, seguindo a padronização da Internacional Society for Advancement in Kinanthropometry – ISAK (MARFELL-JONES; STEWART; RIDDER, 2006).

Na avaliação antropométrica: A estatura corporal foi aferida com o estadiômetro Sanny® ES2020, a massa corporal considerando a alta precisão da balança eletrônica Fiziola® 150 kg (Kilogramas). Os diâmetros e comprimentos ósseos foram utilizados o paquímetro Sanny® e perímetro de braço a fita antropométrica Sanny®. As dobras cutâneas foram aferidas três vezes utilizando o compasso científico Sanny®, obtendo assim a média entre as aferições, para um único resultado ou então a obtenção de duas aferições iguais para o resultado final.

A maturação foi verificada a partir da idade óssea utilizando-se o modelo matemático preditor da maturação óssea proposto por Cabral (2011) (Quadro 1).

Quadro 1. Modelo matemático preditor da maturação óssea proposto por Cabral (2011).

$$\text{Idade Óssea} = -11,620 + 7,004 (\text{estatura}) + 1,226.D_{\text{sexo}} + 0,749 (\text{idade}) - 0,068 (\text{Tr}) + 0,214 (\text{Pcb}) - 0,588 (\text{Du}) + 0,388 (\text{Df}).$$

Onde: Tr= dobra cutânea tricipital, Pcb= perímetro do braço DU= diâmetro ósseo do úmero, Df= diâmetro ósseo do fêmur e Dsexo = 0 para o sexo masculino e Dsexo = 1, para o sexo feminino.

Para determinação da idade cronológica foi contada a quantidade de meses de vida do mesmo a partir da data de nascimento com dia, mês e ano, dividido por 12 (doze) (MALINA; BOUCHARD, 2002).

A maturação foi verificada a partir da idade óssea utilizando-se o modelo matemático preditor da maturação óssea proposto por Cabral (2011), em virtude de a equação ser baseada em variáveis antropométricas, estas foram coletadas e substituídas na equação para obter um resultado de idade óssea dos indivíduos.

A classificação da maturação em atrasado, normal ou acelerado ocorreu seguindo o modelo de Malina e Bouchard (2002). Sendo essa classificação obtida através da subtração entre o valor da idade óssea em meses pela idade cronológica em meses, após a subtração

caso o indivíduo encontre-se entre +12 e -12 em relação à idade cronológica em meses ele é classificado como normal, acima do +12 encontra-se em classificação acelerado e caso o valor seja inferior a -12 o indivíduo tem classificação maturacional atrasada.

Para avaliação do controle inibitório, foi utilizado o Teste de Stroop seguindo o protocolo de Córdova et al. (2008).

A avaliação do controle inibitório iniciou com o indivíduo em frente a um notebook foi instruído sobre o procedimento do teste, que seria para avaliar o seu tempo de reação e que ele faria duas vezes, sendo a primeira como familiarização do teste e a segunda onde seria registrado o tempo do teste. O teste consiste em três etapas, sendo a primeira e a segunda etapa de caráter congruente e a terceira etapa incongruente. O indivíduo com as teclas de seta do notebook estará escolhendo entre a resposta da direita ou da esquerda, com as teclas de direção. Cada etapa consiste em 12 estímulos e respostas, sendo totalizados, 36 (trinta e seis) estímulos e respostas.

Na primeira etapa o estímulo será para a cor do retângulo que poderá ser nas cores (Azul, Preto, Verde ou Vermelho), sendo com duas opções de respostas. Na segunda etapa o estímulo e a resposta serão feitos na cor branca, equivalendo dessa vez, o acerto no nome da palavra, continuando as palavras Azul, Preto, Verde ou Vermelho, o indivíduo deve responder o nome da palavra correto. Na terceira etapa o estímulo foi o aparecimento do nome da cor descrito com outra cor, o indivíduo deveria responder de acordo com a cor do nome, as palavras descritas são Azul, Preto, Verde ou Vermelho, descrito com outra cor. O teste foi realizado individualmente, em um ambiente reservado, com uma sala fechada, iluminada, constando apenas o avaliado e o avaliador, com temperatura de 20°C. Foi registrado o tempo de reação da segunda avaliação.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram verificados valores de tendência central (média, desvio padrão, valores mínimos e máximos) e frequência. Foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade dos dados, sendo apresentada uma distribuição normal. Os dados foram reportados para comparar o tempo de reação de acordo com o estado maturacional dos praticantes e não praticantes de atividade esportiva utilizou-se a análise multivariável (MANOVA) seguida do post hoc de Tukey para verificar a diferença quando encontrado um valor de F significativo entre os grupos. Quando necessário, foi o utilizado o Teste t de Student para amostras independentes para testar se o tempo de reação difere na prática

esportiva em diferentes estágios maturacionais. As análises foram realizadas através do software Statistical Package for the Social Sciences – SPSS versão 20.0. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A descrição das amostras podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1. Descrição da amostra

Variáveis	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
Sexo		
Masculino	91	44,8%
Feminino	112	55,2%
Prática Esportiva		
Não praticante	73	36,0%
Praticante	130	64,0%
Maturação		
Atrasado	42	20,7%
Normal	137	67,5%
Acelerado	24	11,8%

O desenvolvimento do componente de controle inibitório de funções executivas avaliadas com o teste Stroop foi o foco do presente estudo, verificando a influência em jovens praticantes de atividade esportiva e não praticantes em diferentes estágios maturacionais. O desempenho de crianças e adolescentes com idades entre 9 e 13 anos demonstra que o processo de desenvolvimento perdura durante toda a adolescência (WELSH; PENNINGTON; GROISSER, 1991).

A tabela 2 ilustra a característica da amostra em relação à idade óssea e cronológica e a descrição do desempenho no Stroop teste das crianças e adolescentes, o qual reporta o tempo de reação total e nas respectivas etapas I, II e III, bem como o número de erros totais e nas etapas do teste.

Tabela 2. Descrição dos valores de idade óssea, cronológica e resultados do Stroop Test

VARIÁVEIS	Média e Desvio Padrão	Valores Mínimos	Valores Máximos
Idade cronológica	11,1 ± 1,09	9,7	13,9
Idade Óssea	11,0 ± 1,41	8,3	15,6
Stroop Test			
TR Total (ms)	72419,75 ± 13655,12	45791	127247
TR Etapa I (ms)	1713,60 ± 299,27	1166,3	2635,7
TR Etapa II (ms)	1943,79 ± 398,23	1234,7	3915,4
TR Etapa III (ms)	2365,99 ± 464,03	1490,2	4089,8
Erro Total	4,64 ± 5,09	-	22
Erro Etapa I	0,35 ± 0,60	-	6
Erro Etapa II	0,24 ± 0,60	-	11
Erro Etapa III	2,13 ± 2,35	-	2

Foi observado por Johnstone et al. (2007) que crianças de seis anos de idade apresentavam maior tempo de reação quando comparadas às de oito anos, assim como cometiam mais erros que as de sete e oito anos. Cragg e Nation (2008) sugerem que as crianças mais velhas se tornam mais efetivas em controlar suas respostas comportamentais, o que leva a melhorias no desenvolvimento da resposta inibitória com a idade. Bojikian et al. (2011) demonstraram haver interação significativa entre o poder de associação e a capacidade de inibição em crianças, ou seja, as crianças com mais erros na tarefa apresentaram também menor capacidade inibitória, inverso do que foi observado para as que tiveram mais acertos. Estes achados corroboram com os obtidos no presente estudo, os quais demonstraram que indivíduos normais e acelerados, praticantes de atividade esportiva apresentaram menos erros e eram mais rápidos quando comparados aos atrasados, consideradas as variáveis tempo de reação e maturação isoladamente.

Na tabela 3 observa-se que houve diferença no tempo de reação total entre os grupos. Os indivíduos normais e acelerados obtiveram os menores tempos quando comparando aos atrasados. Estes resultados permaneceram nas etapas 2 e 3. Em relação aos erros totais e das etapas 1 e 3 pode-se observar que houve diferenças, os indivíduos nos estágios normais e acelerados obtiveram menor quantidade de erros quando comparados aos atrasados. Deste modo os sujeitos classificados normais e acelerados além de serem mais rápidos conseguem ter menores quantidades de erros quando comparados aos atrasados.

Tabela 3. Comparação do tempo de reação e erros entre os estágios maturacionais de praticantes de atividade esportiva

	Atrasado	Normal	Acelerado		
	Média e DP	Média e DP	Média e DP	F	P
TR Total (ms)	69841,87 ± 10238,12	67310,01 ± 8142,49	68035,45 ± 10770,92	,874	,420
TR I (ms)	1619,57 ± 244,68	1629,24 ± 252,53	1680,85 ± 287,28	,244	,784
TR II (ms)	1914,53 ± 368,43	1845,17 ± 269,10	1860,00 ± 394,58	,553	,577
TR III (ms)	2354,76 ± 409,77	2183,10 ± 350,84	2192,28 ± 360,85	2,439	,092
Erro Total	3,80 ± 3,68	3,37 ± 4,62	3,00 ± 3,92	2,547	,083
Erro I	0,97 ± 1,06	0,51 ± 1,03	0,36 ± ,67	,376	,688
Erro II	0,37 ± 0,18	0,45 ± 1,16	0,18 ± 0,40	,000	1,000
Erro III	2,47 ± 3,19	2,45 ± 3,48	2,45 ± 3,67	,168	,846

TR= tempo de reação; DP= desvio padrão; ms = milissegundos.

A maturação relaciona-se ao aprimoramento das funções esquelética, reprodutora, somática, neuroendócrina e neuromuscular, o que torna importante observar as mudanças fisiológicas e morfológicas características do período, podendo ser encontrados divergentes níveis de maturação dentro de um mesmo grupo etário, o que torna a maturação um importante fator a ser observado na seleção de jovens atletas (MALINA, 2004; MALINA et al., 2006; FARIAS et al., 2006; LINHARES et al., 2009). Chan et al. (2011) encontraram que esgrimistas de alta aptidão mostraram superioridade no controle inibitório em relação aos não-atletas enquanto esgrimistas com baixa aptidão não o fizeram, indicando a importância da combinação de componentes de habilidades físicas e cognitivas para a melhoria cognitiva.

A tabela 4 houve diferença estatística no tempo de reação total e nas etapas 2 e 3. Os sujeitos normais e acelerados obtiveram os menores tempos comparando aos atrasados. Em relação aos erros totais e nas etapas 1 e 2, pode-se observar que os indivíduos no estágio atrasado obtiveram menor quantidade de erros em relação aos sujeitos dos estágios normal e acelerado. Assim os sujeitos classificados normais e acelerados podem ser mais rápidos, porém apresentam maior quantidade de erros quando comparados aos atrasados.

Sisk & Foster (2004) afirmam que existem algumas possíveis explicações para a ausência de efeitos benéficos da atividade física sobre as demais tarefas cognitivas. Os estudos de Ozel et al. (2004) corroboram os nossos achados quando estão de acordo com a afirmação de que existe uma ligação entre o desporto e a capacidade de realizar

transformações de imagem mental e essa capacidade pode não ser uma especificidade do desporto. Isso também pode apoiar o conceito de cognição motora, que vê o sistema motor como participando de processamento mental (HAGGARD, 2005).

Tabela 4. Comparação do tempo de reação e erros entre os estágios maturacionais de não praticantes de atividade esportiva.

	Atrasado	Normal	Acelerado	F	P
	Média e DP	Média e DP	Média e DP		
TR Total (ms)	89682,86 ± 14764,34	76754,89 ± 12987,85	86091,00 ± 13403,26	4,518	,015
TR I (ms)	2151,65 ± 416,95	1829,43 ± 308,48	2180,34 ± 426,53	6,605	,003
TR II (ms)	2331,05 ± 453,54	2045,27 ± 396,96	2293,04 ± 381,53	2,897	,063
TR III (ms)	3003,00 ± 577,34	2520,14 ± 572,27	2700,85 ± 461,78	2,518	,089
Erro Total	5,29 ± 3,03	6,65 ± 5,54	7,00 ± 6,35	,616	,544
Erro I	0,29 ± 0,48	0,93 ± 1,51	0,92 ± 1,56	1,473	,237
Erro II	0,14 ± 0,37	0,93 ± 1,98	1,83 ± 3,15	,100	,905
Erro III	4,86 ± 2,85	4,83 ± 4,05	4,25 ± 4,59	,232	,794

TR= tempo de reação; DP= desvio padrão; ms = milissegundos.

Na tabela 5 observa-se que houve diferença dos tempos de reação total e nas etapas 1, 2 e 3 dos indivíduos praticantes de atividade esportiva em todos os estágios maturacionais, sendo evidenciado que os sujeitos que praticam esportes têm um tempo de reação menor quando comparado aos que não praticam esportes. Em relação aos erros, houve diferença nos erros totais somando todas as etapas e na etapa 3 dos indivíduos praticantes somente no estágio normal, evidenciando que este fato pode ter ocorrido devido à grande quantidade de indivíduos no estágio normal na amostra e estes estarem em pleno equilíbrio com o seu desenvolvimento.

Em nosso estudo, ao se comparar as variáveis de tempo de reação e maturação isoladamente, em sujeitos não praticantes de atividade esportiva, foram observadas respostas mais rápidas para os sujeitos normais e acelerados, porém, estes obtiveram maior quantidade de erros quando comparados aos atrasados. Isso pode estar relacionado à maturação das regiões pré-frontais, áreas associadas ao desenvolvimento cognitivo de crianças e a uma maior capacidade de concentração, autocontrole e atenção devido ao

funcionamento adequado do controle inibitório no decorrer do desenvolvimento cronológico (MALLOY-DINIZ et al., 2008; MIRANDA; MUSZKAT; MELLO, 2012). Em contrapartida, estudo de Lorsbach e Reimer (2011) constataram que as crianças apresentaram maior taxa de erros nas condições em que havia maior atraso entre a apresentação das telas, o que pode ter contribuído com possíveis distrações das crianças entre as condições experimentais quando comparadas a taxa de erros cometidos pelos adultos nas mesmas condições.

Tabela 5. Comparação do tempo de reação e erros de acordo com os estágios maturacionais entre praticantes e não praticantes de atividade esportiva

		Atrasado		Normal		Acelerado	
		Média e DP		Média e DP		Média e DP	
		PE(n=32)	NP(n=10)	PE(n=87)	NP(n=50)	PE(n=11)	NP(n=13)
TR	Total	69841,87±	89682,86	± 67310,01	± 76754,89	± 68035,45	± 86091,00
	(ms)	10238,12*	14764,34	8142,49**	12987,85	10770,92*	13403,26
TR I (ms)		1660,22	± 2727,83	± 1693,19	± 1899,49	± 1680,85	± 2318,71
		285,94**	1043,12	338,92*	436,18	287,28*	644,72
TR II (ms)		1969,62	± 2537,73	± 1913,32	± 2145,47	± 1860,00	± 2417,84
		420,94*	518,38	358,10*	523,52	394,58*	579,57
TR III (ms)		2431,82	± 3342,97	± 2259,28	± 2654,85	± 2192,28	± 2777,38
		499,80*	53,68	431,82**	740,89	360,85*	521,16
Erro Total		3,59 ± 3,65	6,00 ± 5,77	3,52 ± 4,78*	6,32 ± 5,45	3,00 ± 3,92	7,31 ± 6,18
Erro I		0,34 ± 0,54	0,50 ± 0,97	0,53 ± 1,06	0,86 ± 1,47	0,36 ± 0,67	1,15 ± 1,72
Erro II		2,34 ± 3,12	4,70 ± 3,62	0,48 ± 1,22	0,88 ± 1,91	0,18 ± 0,40	2,08 ± 3,14
Erro III		0,91 ± 1,05	0,80 ± 1,87	2,54 ± 3,55*	4,62 ± 3,96	2,45 ± 3,67	4,08 ± 4,44

*diferença significativa $p \leq 0,05$; ** diferença significativa $p \leq 0,01$; PE=Praticantes de Esporte; NP=Não Praticantes

Nossos resultados corroboram com o estudo de Stuss et al. (2001) que afirmam que o aumento do controle inibitório com a idade mostra que, quando a variável leitura de palavras é mantida constante, parece estar intimamente relacionada com a maturação nos lobos frontais. Os lobos frontais são relativamente imaturos durante a infância, desenvolvendo pelo menos até o início da adolescência (CUMMINGS, 1993) e desempenho

Stroop é altamente ligado ao funcionamento do lobo frontal medial superior, concretamente a área motora suplementar de ambos os hemisférios (STUSS et al., 2001).

É possível especular que as crianças da faixa etária estudada estejam sujeitas a alterações maturacionais gradativas, que podem afetar o sistema nervoso central e, por consequência, o desempenho cognitivo. Os resultados sugerem que os padrões de maturação são altamente dependentes da tarefa empregada, sugerindo que as diferentes tarefas, apesar de todas as medidas consideradas de controle inibitório, provavelmente estão analisando diferentes componentes dessa função executiva. Outra possibilidade é que as diferentes tarefas de medição podem ser a mesma função cognitiva, mas com sensibilidade diferente (WELSH et al., 1991).

Dessa forma, constatou-se, por meio das análises na comparação do tempo de reação e erros a partir dos estágios maturacionais entre crianças e adolescentes praticantes e não praticantes de atividade, que os sujeitos que praticam esportes conseguem demonstrar melhor controle inibitório em relação aos indivíduos que não praticam esportes, apresentando melhores resultados em todas as etapas do teste além de menor quantidade de erros.

4. CONCLUSÃO

No tempo de reação total entre os grupos houve diferença. Os sujeitos classificados normais e acelerados além de serem mais rápidos conseguem ter menores quantidades de erros quando comparados aos atrasados. No tempo de reação total e nas etapas 2 e 3 houve diferença estatística. Assim os sujeitos classificados normais e acelerados podem ser mais rápidos, porém apresentam maior quantidade de erros quando comparados aos atrasados.

Portanto concluímos que ao comparamos as variáveis tempo de reação e maturação isolados, os praticantes de atividades esportivas apresentaram melhores resultados no tempo de reação e menor quantidade de erros nos estágios maturacionais normal e acelerado, enquanto que no grupo dos indivíduos que não praticam atividade física os indivíduos nos estágios maturacionais normais e acelerados apesar de terem apresentado melhores tempos apresentaram também uma maior quantidade de erros se comparados aos atrasados. Ao comparamos os indivíduos praticantes e não praticantes de atividade esportiva em todos os estágios maturacionais os indivíduos praticantes de esporte apresentaram melhores resultados que os não praticantes.

5. REFERÊNCIAS

- BOJIKIAN, L. P.; TEIXEIRA, C. P.; BÖHME, M. T. S.; RÉ, A. H. N.; CHAN, J. S. Y.; WONG, A. C. N.; et al. The origin of speech. **Brain research**, v. 303, n. 8, p. 1268–1280, 2011.
- CABRAL, B. G. D. A. T. **Associação entre idade óssea, maturação, aptidão física e antropometria em praticantes de voleibol de 8 a 14 anos.** (Tese) Doutorado - Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Porto, 2011.
- CHAN, J. S. Y.; WONG, A. C. N.; LIU, Y.; YU, J.; YAN, J. H. Fencing expertise and physical fitness enhance action inhibition. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 12, n. 5, p. 509–514, 2011.
- CÓRDOVA, C.; KARNIKOWSKI, M. G. DE O.; PANDOSSIO, J. E.; NÓBREGA, O. T. Caracterização de respostas comportamentais para o teste de Stroop computadorizado-Testinpacs. **Neurociências**, v. 4, p. 2, p. 75–79, 2008.
- CRAGG, L.; NATION, K. Go or no/go? Developmental improvements in the efficiency of response inhibition in mid/childhood. **Developmental Science**, v. 11, n. 6, p. 819–827, 2008.
- CUMMINGS, J. L. Frontal-subcortical circuits and human behavior. **Archives of neurology**, v. 50, n. 8, p. 873–880, 1993.
- FARIAS, E.; LANZA, M. B.; FERREIRA, C. T.; DE CARVALHO, W. R. G.; GUERRA-JÚNIOR, G. Maturação sexual em Escolares de baixo nível socioeconômico da cidade de Rio Branco-AC. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 8, n. 3, p. 45–50, 2006.
- FUENTES, D. et al. **Neuropsicologia: Teoria e Prática.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- FUNAHASHI, S. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. **Neuroscience Research**, v. 39, n. 2, p. 147-165, 2001.
- HAGGARD, P. Conscious intention and motor cognition. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 9, n. 6, p. 290-295, 2005.
- HAMDAM, A. C.; PEREIRA, A. P. A.; RIECHI, T. I. J. DE S. Avaliação e reabilitação neuropsicológica: desenvolvimento histórico e perspectivas atuais. **Interação em psicologia**, v. 15, n. esp, p. 47–58, 2011.
- HERTING, M. M. et al. White matter connectivity and aerobic fitness in male adolescents. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 7, p. 65–75, 2014.
- JOHNSTONE, S. J. et al. The development of stop-signal and Go/Nogo response inhibition in children aged 7–12 years: performance and event-related potential indices. **International Journal of Psychophysiology**, v. 63, n. 1, p. 25–38, 2007.
- KENDALL, G.; HRYCAIKO, D.; MARTIN, G. L.; KENDALL, T. The Effects of an Imagery Rehearsal, Relaxation , and Self-Talk Package on Basketball Game Performance. **Instrumental**, v. 12, n. 2, p. 157–166, 1990.
- KHAN, N. A.; HILLMAN, C. H. The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. **Pediatric exercise science**, v. 26, n. 2, p. 138–46, 2014.

- LINHARES, R. V.; MATTA, M. DE O.; LIMA, J. R. P.; DANTAS, P. M. S.; COSTA, M. B.; FERNANDES FILHO, J. Effects of sexual maturation on body composition, dermatoglyphics, somatotype and basic physical qualities of adolescents. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 1, p. 47–54, 2009.
- LORSBACH, T. C.; REIMER, J. F. Developmental differences in the use of task goals in a cued version of the stroop task. **British Journal of Developmental Psychology**, v. 29, n. 1, p. 138–147, 2011.
- MALINA, R. M. **Growth and maturation: basic principles and effects of training**. In SILVA, M. C.; MALINE, R. M. Children and youth in organized sports, Coimbra University Press 2004.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. São Paulo: Editora Roca, 2002.
- MALINA, R. M. et al. Maturity offset in gymnasts: application of a prediction equation. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 38, n. 7, p. 1342–1347, 2006.
- MALLOY-DINIZ, L. F.; SEDO, M.; FUENTES, D.; LEITE, W. B. **Neuropsicologia das funções executivas**, v. 187. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- MARFELL-JONES, M. J.; STEWART, A. D.; DE RIDDER, J. H. **International standards for anthropometric assessment**. Potchefstroom: RSA: North-West University, 2006.
- MIRANDA, M. C.; MUSZKAT, M.; DE MELLO, C. B. **Neuropsicologia do Desenvolvimento: Transtornos do Neurodesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2012.
- NOCE, F.; FERREIRA, T.S.; MOREIRA, C.Z.; ANDRADE, A.G.P.; MELLO, M.T.; COSTA, V.T. Influência do tempo de reação simples na seleção de jovens talentos no tênis. **Rev da Educ Física/UEM**, v. 23, n. 3, p. 369-377, 2012;
- OZEL, S.; LARUE, J.; MOLINARO, C. Relation between sport and spatial imagery: Comparison of three groups of participants. **The Journal of psychology**, v. 138, n. 1, p. 49–64, 2004.
- SIMÃO, A. N. DE P.; LIMA, R. F.; NATALIN, J. C.; CIASCA, S. M. Comparação do desempenho de estudantes em instrumentos de atenção e funções executivas. **Revista Psicopedagogia**, v. 27, n. 83, p. 171–180, 2010.
- SISK, C. L.; FOSTER, D. L. The neural basis of puberty and adolescence. **Nature neuroscience**, v. 7, n. 10, p. 1040–1047, 2004.
- STUSS, D. T.; FLODEN, D.; ALEXANDER, M. P.; LEVINE, B.; KATZ, D. Stroop performance in focal lesion patients: dissociation of processes and frontal lobe lesion location. **Neuropsychologia**, v. 39, n. 8, p. 771–786, 2001.
- WELSH, M. C.; PENNINGTON, B. F.; GROISSER, D. B. A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. **Developmental neuropsychology**, v. 7, n. 2, p. 131–149, 1991.

ORGANIZADORES

Breno Guilherme de A. T. Cabral



POSSUI PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCACAO FISICA E MESTRADO EM CIENCIAS DA SAÚDE PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, DOUTORADO EM CIENCIAS DO DESPORTO NA UNIVERSIDADE DE TRAS OS MONTES E ALTO DOURO- PT, FOI DIRETOR E VICE-DIRETOR DO CURSO DE EDUCACAO FISICA DA UNIVERSIDADE POTIGUAR, MEMBRO DA COMISSAO DE ASSESSORAMENTO DE ÁREA DO INEP DESDE 2010), DOCENTE DO CURSO DE EDUCACAO FISICA, FOI COORDENADOR DE CURSO E CHEFE DO DEPARTAMENTO DE EDUCACAO FISICA, PRO-REITOR ADJUNTO DE EXTENSÃO UNIVERSITARIA E ATUALMENTE VICE – DIRETOR DO CENTRO DE CIENCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. É VICE-COORDENADOR DO GRUPO DE ESTUDOS AFISA E PROFESSOR PERMANENTE DO PROGRAM DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCACAO FISICA DA UFRN, COM PESQUISAS NA AREA DAS CIENCIAS DO ESPORTE E AVALIAÇÃO FISICA E MATURAÇÃO.

Paulo Francisco de Almeida-Neto



PROFISSIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA, ATUALMENTE ALUNO DE MESTRADO NA LINHA DE PESQUISA DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO HUMANO DO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE (UFRN). MEMBRO DA BASE DE PESQUISA ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE (AFISA/UFRN), INTEGRANTE DO GRUPO DE PESQUISA EM MATURAÇÃO DA CRIANÇA E ADOLESCENTE (GEPMAC/UFRN). ATUALMENTE ESTÁ ENVOLVIDO EM PESQUISAS QUE VISAM ANALISAR OS FATORES ENVOLVIDOS COM O DESEMPENHO NEUROMUSCULAR NO CONTEXTO DO DESEMPENHO ESPORTIVO E DA SAÚDE FÍSICA EM SUJEITOS DE AMBOS OS SEXOS EM DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS.

Matheus Dantas



ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA, NA ÁREA DA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO HUMANO, NA UFRN. ATUOU COMO BOLSISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC) DO GRUPO DE PESQUISA EM ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE (AFISA) NA UFRN (2015-2018), NA LINHA DE PESQUISA DE CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E MATURAÇÃO BIOLÓGICA E SUA RELAÇÃO COM A PRONTIDÃO ESPORTIVA. ATUALMENTE PESQUISA NA ÁREA DA EDUCAÇÃO FÍSICA, NA LINHA DE PESQUISA DA FADIGA INDUZIDA POR SPRINTS REPETIDOS E EQUILÍBRIO DE FORÇA DE MEMBROS INFERIORES. FOI COLABORADOR EM PROJETO DE DOUTORADO SOBRE EXERCÍCIO FÍSICO E SISTEMA IMUNOLÓGICO. POSSUI INTERESSE NA ÁREA DA FISIOLÓGIA INTEGRATIVA E SUA RELAÇÃO COM DESEMPENHO FÍSICO.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Antropometria: 10, 22, 32, 54, 75, 88, 110 e 143.

Aptidão física: 40, 47, 63, 142 e 147.

Atletas: 4, 12, 20, 21, 27, 28, 31, 32, 36, 37, 40, 42, 47, 48, 52, 75, 77, 78, 84, 86, 88, 91, 92, 94, 95, 96, 98, 99, 103, 104, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 126, 138, 148, 152 e 158.

C

Composição corporal: 59, 75, 79, 80, 93, 108, 109, 110, 111, 114 e 115.

Condicionamento: 91, 92, 94, 96, 97 e 99.

Controle inibitório: 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 151, 155, 156, 158, 160 e 161.

Crescimento: 4, 11, 15, 17, 21, 22, 31, 47, 58, 62, 63, 65, 66, 72, 76, 90, 81, 83, 85, 86, 109, 111, 120, 151 e 152.

E

Estradiol: 57, 62, 65, 66, 70, 75, 76, 83, 84, 85, 86, 87 e 88.

F

Força explosiva: 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 40, 47, 52, 56, 59, 65 e 70.

I

Idade biológica: 11, 12, 27, 52, 53, 86, 121, 145, 146 e 148.

Idade cronológica: 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 23, 27, 34, 40, 43, 45, 46, 52, 53, 54, 55, 57, 59, 63, 67, 71, 80, 81, 111, 120, 121, 123, 132, 143, 144, 145, 154, 155 e 157.

Imagem corporal: 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127 e 128.

M

Magnésio: 102, 103, 104, 105 e 106.

Maturação biológica: 15, 28, 32, 62, 63, 64, 72, 76, 77, 80, 81, 84, 86, 87, 88, 108, 111, 113, 130, 138 e 142.

Maturação óssea: 10, 11, 12, 13, 24, 27, 28, 84, 85, 86 e 87.

Medidas antropométricas: 10, 20, 22, 79, 84, 109, 112 e 144.

N

Nadadores: 91 e 93.

P

Puberdade: 10, 17, 20, 36, 40, 57, 62, 63, 64, 69, 71, 75, 76, 77, 86, 87 e 120.

R

Raio-X: 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 53 e 80.

Remo: 30, 31, 32, 36, 78, 108, 113, 114 e 115.

S

Sprints: 98, 102, 103, 104 e 106.

T

Talentos esportivos: 28 e 141.

Tempo de reação: 53, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 145, 147, 148, 151, 155, 156, 157, 158, 159, 160 e 161.

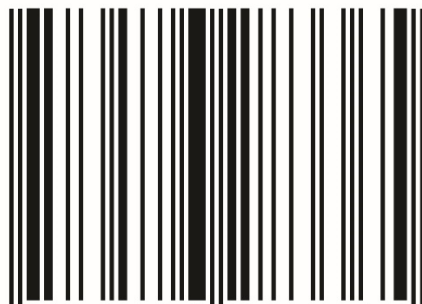
Testosterona: 57, 62, 64, 65, 66, 69, 70, 75, 76, 83, 84, 85, 86, 87 e 88.

V

Voleibol: 40, 41, 42, 48, 70, 78, 102, 103, 106, 113, 114 e 132.

ISBN: 978-65-86283-36-5

BR



9 786586 283365

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283365