

CONTRIBUIÇÃO DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA PARA A POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES EM ATLETAS ADOLESCENTES DE FUTEBOL: UM ESTUDO TRANSVERSAL

Mateus Freitas de Medeiros¹, Júlio César Medeiros Alves¹, Pablo Henrique de Moura¹
Victor Sabino de Queiros^{1,2}, Paulo Francisco de Almeida-Neto^{1,2}
Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral^{1,2}

RESUMO

Introdução: Sabe-se que em diversos casos a Idade Cronológica não condiz com a Idade Biológica (IB), e que no processo de Seleção de Talentos Esportivos quanto mais avançada a IB, mais vantagens em relação ao desempenho neuromuscular dos atletas devido ao aprimoramento do sistema musculoesquelético. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo analisar a correlação entre a IB e a potência muscular de membros inferiores em atletas de futebol. **Materiais e Métodos:** Estudo transversal com amostra de dezesseis atletas do sexo masculino (idade: 13,35±0,90) onde foram submetidos a uma avaliação antropométrica e um teste de salto vertical contramovimento. Os dados antropométricos foram utilizados para estimar a idade esquelética, enquanto o teste de salto vertical foi utilizado para avaliar a potência de MMII. **Resultados:** O estudo apontou Correlação Positiva entre a IB e a Potência de Membros Inferiores ($r:0,675$; CI 95%:0,269; 0,877; $p=0,004$) identificando que o avanço da IB contribuiu em 45% (contribuição média) para a Potência dos Membros Inferiores ($r^2: 0,455$; $F(1,0):11,7$; $\beta: 1,83$; CI 95% $\beta: 0,68$; 2,98; $p=0,004$). **Discussão:** Os resultados sugerem que quanto mais avançada a maturação biológica, maior será a potência muscular de membros inferiores em jovens atletas de futebol, contribuindo em 45% para sua performance. **Conclusão:** Sendo assim, o avançar da Idade Biológica está positivamente relacionado com o desempenho da potência de membros inferiores em atletas de futebol do sexo masculino. Desta forma, sugere-se que atletas com IB avançada possuem maior nível de potência muscular em relação aos seus pares em estágios de IB atrasado ou sincronizado.

Palavras-chave: Exercício. Futebol. Puberdade. Membros Inferiores.

1 - Department of Physical Education, Federal University of Rio Grande do Norte, DEF-UFRN, Natal-RN, Brazil.

ABSTRACT

Contribution of biological maturation to lower limbs power in adolescent football athletes: A cross-sectional study

Introduction: It is known that in several cases the Chronological Age does not match the Biological Age (IB), and that in the process of Selection of Sporting Talents the more advanced the IB, the more advantages in relation to the neuromuscular performance of the athletes due to the improvement of the musculoskeletal system. **Objective:** This study aimed to analyze the correlation between BI and lower limbs muscular power in football athletes. **Materials and Methods:** A transversal study with a sample of sixteen male athletes (age: 13.35±0.90) where they were submitted to an anthropometric evaluation and a vertical jump test. Anthropometric data were used to estimate skeletal age, while the vertical jump test was used to evaluate the power of MMII. **Results:** The study indicated Positive Correlation between IB and Lower Limbs Power ($r: 0.675$; 95% CI :0.269; 0.877; $p=0.004$) identifying that advancing IB contributed 45% (mean contribution) to Lower Limbs Power ($r^2: 0.455$; $F(1,0):11.7$; $\beta: 1.83$; 95% CI $\beta: 0.68$; 2.98; $p=0.004$). **Discussion:** The results suggest that the more advanced the biological maturation, greater will be the muscle power of lower limbs in young football players, contributing 45% to their performance. **Conclusion:** Thus, advancing Biological Age is positively related to lower limb power performance in male football players. Therefore, it is suggested that athletes with advanced BI have a higher level of muscle power compared to their peers in delayed or synchronized BI stages.

Key words: Exercise. Football. Puberty. Lower Limbs.

2 - Health Sciences Center, Federal University of Rio Grande do Norte, CCS-UFRN, Natal-RN, Brazil.

INTRODUÇÃO

Em Países como o Brasil, entre os esportes mais populares se encontra o Futebol (Comitê Olímpico Brasileiro, 2020), que é fortemente influenciado pelo aspecto da performance devido aos diversos clubes inseridos investirem na seleção de talentos de jovens atletas.

À vista disso, no âmbito do Esporte de Rendimento é preciso realizar o processo de Seleção Esportiva com confiabilidade, para isso, recomenda-se que os atletas sejam selecionados ainda na infância e que diversos fatores como as características motoras e morfológicas sejam analisadas (Malina, 2015).

Nesse sentido, dentro do Esporte de Rendimento existem variáveis essenciais que influenciam sobremaneira no desempenho esportivo, como por exemplo, a capacidade física de força muscular (Suchomel, Nimphius e Stone, 2016).

Em meio às manifestações da força muscular, destaca-se a Potência, que se caracteriza como a produção de força muscular em um curto espaço de tempo (i.e., a junção entre força e velocidade) (Komi, 2009).

Nesta via, a Potência é de caráter imprescindível para a seleção de jovens talentos esportivos, pois estudiosos atribuem a essa capacidade física um potencial significativo de determinar o desempenho dos atletas (Almeida-Neto e colaboradores, 2020; Suchomel, Nimphius e Stone 2016).

Ademais, a atuação da Potência dos membros inferiores é visível não somente no treinamento como também no jogo de Futebol, onde jogadores necessitam de movimentos de agilidade e velocidade, saltos, desarmes e chutes a gol, no qual atua diretamente a Velocidade de Contração Muscular (Wing, Turner e Bishop, 2020).

Entre os fatores relacionados à potência muscular no geral destaca-se a maturação biológica, que se trata do aprimoramento dos sistemas do corpo humano (Malina, 2004).

Dentre os sistemas aprimorados, a maturação age diretamente no sistema hormonal dos seres humanos (Sadiq e colaboradores, 2020).

Com o avanço da maturação biológica há uma maior produção de hormônios anabólicos, que agem profundamente no sistema musculoesquelético proporcionando ao indivíduo um maior nível de massa magra

em sua composição corporal (Crewther, Obminski e Cook, 2016; Aslam, 2020; Pinto e colaboradores, 2017), que em consequência pode gerar melhor desempenho da Potência dos membros inferiores (Almeida-Neto e colaboradores, 2020; Aslam, 2020).

Contudo, no futebol os praticantes iniciam cedo, ainda na infância, assim, acredita-se que os atletas que chegam mais cedo nos clubes possuem maiores probabilidades de se tornarem jogadores profissionais de futebol, do que aqueles que demoram a entrar nas academias (Cumming e colaboradores, 2018).

Essa crença, muitas vezes, faz com que no processo de seleção esportiva a maturação biológica não seja considerada, o que pode provocar erros na seleção de atletas (Malina e colaboradores, 2018).

Entre os fatores que impactam a seleção de talentos no futebol está a idade relativa que se trata da faixa etária do grupo competitivo do jogador que é determinado pelo mês e ano de seu nascimento (Meylan e colaboradores, 2010).

Entretanto, sujeitos de mesma faixa etária podem estar em diferentes estágios de maturação biológica (Malina e colaboradores, 2015; 2018).

Na seleção de talentos no futebol se buscam jovens com melhor qualidade motora e desempenho cognitivo, entretanto, a maturação biológica não é muito considerada, porquanto ainda faltam muitas informações que mostrem influência da maturação e o desenvolvimento em jovens atletas de futebol (Murtagh e colaboradores, 2018).

Portanto, é de vital importância estudar maneiras para predizer a maturação nos atletas de futebol, para que na seleção de talentos os profissionais do futebol estejam respaldados cientificamente e possam ter uma maior confiabilidade no processo de escolha dos atletas.

Assim, diante do exposto, nossa hipótese é que a maturação biológica está relacionada com o aumento da potência muscular de membros inferiores.

Portanto, o objetivo deste estudo é verificar a correlação da maturação biológica e a potência muscular dos membros inferiores em jovens futebolistas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo observacional com delineamento transversal, com amostra

composta por 16 atletas adolescentes de futebol do sexo masculino que possuíam média de idade de $13,35 \pm 0,90$.

Os atletas treinavam em um clube esportivo da cidade de Natal-Brasil.

Adotamos como critérios de inclusão:

(i) Ter idade entre 11 e 14 anos; (ii) Ser praticante de futebol há, no mínimo, 1 ano de forma ininterrupta; (iii) Treinar em média 4 vezes na semana em um período mínimo de 2 horas diárias; (iv) Ser atletas que competisse a nível regional e estadual (Para confirmar tiveram que apresentar declaração da federação estadual de futebol).

Como critérios de exclusão adotamos:

(i) Os atletas não poderiam apresentar limitações (osteomioarticulares diagnosticadas clinicamente) para os testes físicos propostos; (ii) usarem qualquer substância que possa obter efeitos nos resultados, ou terem realizado atividades físicas vigorosas nas 48 horas que antecederam a coleta de dados do presente estudo.

Considerações éticas

Este estudo foi aprovado previamente pelo Comitê de Ética e Pesquisa da

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil, Parecer: 4.236.385/2020.

Seguindo todos os protocolos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, em 12/12/2012, respeitando rigorosamente os princípios éticos nacionais e internacionais contidos na declaração de Helsinki.

Ademais, o presente estudo cumpriu com todas as exigências e normas internacionais do checklist STROBE para estudos observacionais (Von Elm e colaboradores, 2014).

Procedimentos

Inicialmente os participantes e os seus respectivos responsáveis foram informados sobre os riscos e benefícios em participar da pesquisa.

Posteriormente após 24h, os participantes e seus respectivos responsáveis assinaram os termos de consentimento livre e esclarecido, e seguiu-se com a realização das análises antropométricas e do teste de potência de membros inferiores (Ver Figura 1).

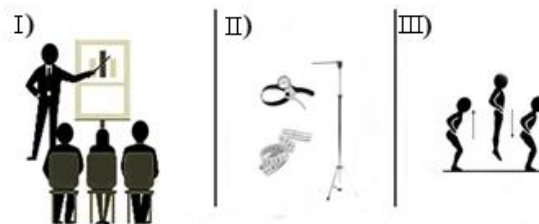


Figura 1 - Procedimentos do presente estudo.

Legenda: I) Explicação sobre os riscos e benefícios em participar do presente estudo. II) Coleta de dados antropométricos. III) Teste de potência de membros inferiores.

Análises Antropométricas

As avaliações antropométricas foram realizadas com os sujeitos descalços, vestindo apenas roupas leves, onde a massa corporal foi mensurada em balança digital Filizola® (São Paulo, Brasil) (com capacidade de até 150 kg e variação de 0,10 kg); para estatura, foi utilizado o estadiômetro Sanny® (São Paulo, Brasil) (precisão de 0,1 mm); a dobra cutânea (tríceps) foi medida com o adipômetro científico Sanny® (São Paulo, Brasil) (precisão de 0,1 mm); a perimetria (bíceps) foi medida com fita antropométrica Sanny® (São Paulo, Brasil); e

um paquímetro Sanny® (São Paulo, Brasil) foi usado para medir os diâmetros ósseos (úmero e femoral). Todas as avaliações foram baseadas no protocolo da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Karupaiah, 2018).

A composição corporal foi analisada através do percentual do índice de adiposidade corporal ajustado ($IAC_{(ADJ)}$), que foi adquirido pelo seguinte modelo matemático desenvolvido por Cesário e colaboradores, (2021):

$$IAC_{(ADJ)} (\%) = [(Quadril_{(cm)} / (Estatura_{(m)} \times \sqrt{Estatura_{(m)}}))] - 17.3$$

$IAC_{(ADJ)}$ = Índice de adiposidade corporal ajustado. % = Percentual.

Idade Cronológica

A idade cronológica em meses foi determinada pela soma dos meses de vida do indivíduo, desde a data de nascimento até a data de análise do presente estudo.

Desse modo, a soma dos meses de vida foi dividida por 12, resultando em sua idade cronológica em anos (Malina e Bouchard, 2002).

Maturação Biológica

A maturação biológica foi analisada pela idade esquelética que foi adquirida pela equação proposta por Cabral e colaboradores, (2016) (para meninos e meninas com idades entre 8 e 14 anos):

$$(ii) \text{ Idade Esquelética} = -11.620 + 7.004 \times (Estatura_{(m)}) + 1.226 \times (Dsex) + 0.749 \times (Idade \text{ cronológica}_{(anos)}) - 0.068 \times (Dobra \text{ cutânea} \text{ tricipital}_{(mm)}) + 0.214 \times (Perímetro \text{ corrigido} \text{ do} \text{ bíceps} \text{ braquial}_{(cm)}) - 0.588 \times (Diâmetro \text{ do} \text{ úmero}_{(cm)}) + 0.388 \times (Diâmetro \text{ do} \text{ fêmur}_{(cm)})$$

Dsex: Para o sexo masculino = 0; Para o sexo feminino = 1. (m): Metros. (mm): Milímetros. (cm) Centímetros.

Para encontrar o valor do perímetro corrigido do bíceps braquial usamos a seguinte equação:

$$(ii) \text{ Perímetro corrigido do bíceps braquial}_{(cm)} = \text{Circunferência do bíceps braquial contraído}_{(cm)} - (Dobra \text{ cutânea} \text{ tricipital}_{(mm)} / 10)$$

(mm): Milímetros. (cm) Centímetros.

Análise da potência de membros inferiores

Analisou-se a potência dos membros inferiores através do teste de salto contramovimento (Forza e Edmundson, 2019).

Antes das avaliações, os voluntários realizaram um salto para a familiarização do teste, buscando reduzir erros durante a execução do protocolo.

Em seguida, partindo de uma posição estática, mantida por três segundos, com os joelhos flexionados em aproximadamente 90° e as mãos fixadas na cintura, os voluntários foram orientados a realizar um contramovimento seguido de um salto após ouvirem o sinal sonoro emitido pelo avaliador (apito).

O teste foi realizado em três tentativas, intercaladas por 60 segundos de recuperação passiva e o melhor desempenho foi usado para análise.

O procedimento foi realizado em uma plataforma de força (CEFISE®, São Paulo, Brasil) por um único avaliador.

A partir da plataforma de força registrou-se os resultados de potência relativa (watts). Todos os atletas foram analisados individualmente.

Análises estatísticas

O tamanho da amostra foi determinado a priori com base no estudo prévio de Almeida-Neto e colaboradores, (2021).

Assim, adotamos o tamanho do efeito de 0,71 (r de Pearson), um $\alpha < 0.05$ e um $\beta = 0.80$. Desta forma, utilizamos o software gratuito G* Power ® (Versão 3.0; Berlin, Alemanha) na configuração “estatísticas para testes de família T (Correlações)”, e chegamos ao número amostral mínimo de 10 sujeitos para o presente estudo (Poder amostral: 0,80, $t_{(6,0)}$: 1,95).

A normalidade dos dados foi verificada pelos testes de Shapiro-Wilk e Z-score de assimetria e curtose (-1,96 à 1,96). A correlação foi realizada pelo teste de Pearson, interpretamos os dados pela magnitude (Cohen, 1992): Pequeno: 0,10 a 0,29; Médio: 0,30 a 0,49; Amplo: 0,50 a 0,79; Muito amplo $\geq 0,80$.

O teste de regressão linear foi feito para verificar a contribuição da idade esquelética para as potências de membros inferiores. Para o erro técnico das medidas antropométricas intra-examinador, foi utilizada a seguinte magnitude: aceitável $\leq 1.0\%$ (Perini e colaboradores, 2005).

Para todas as análises foi considerada a significância de $p < 0,05$, todas as análises foram realizadas através do software gratuito JASP® (Versão 0.14.1; Amsterdam, Holanda).

RESULTADOS

Tabela 1 - Caracterização da amostra.

Variáveis	Valores
Idade cronológica (Anos)	13,35 ± 0,90
Maturação Biológica (Idade esquelética)	14,77 ± 1,93
Índice de adiposidade corporal ajustado (%)	23,84 ± 2,63
Estatura (cm)	160,88 ± 11,56
Peso (Kg)	52,26 ± 11,55
Potência de membros inferiores (Watts)	38,4 ± 5,24
Volume de treinos semanal (Dias)	4,19 ± 0,40
Volume de treinos semanal (Horas)	12,56 ± 1,21
Volume de treinos diários (Horas)	3,00 ± 0,00

Legenda: (%): Percentual. (cm): Centímetros. (Kg): Quilogramas.

De acordo com a tabela 1, a amostra do presente estudo se encontra em estágio avançado de idade esquelética. Em adição, a adiposidade corporal estava adequada para a

faixa etária (<25%). Destacamos que o erro técnico para todas as medidas analisadas foi <1%.

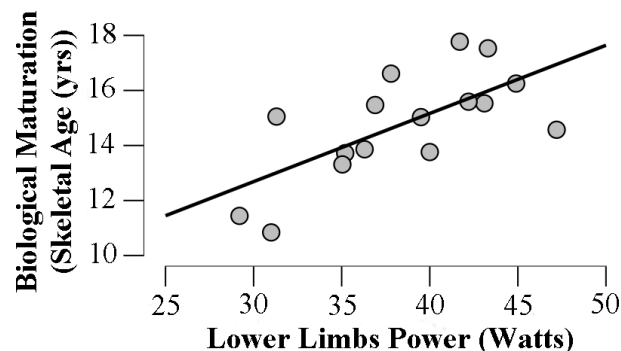


Figura 2 - Correlação da idade esquelética com a potência de membros inferiores.

Na figura 2 observamos correlação significativa da maturação biológica com a potência de membros inferiores ($r:0,675$; CI 95%:0,269; 0,877; $p=0,004$).

Em adição, por meio de análise de regressão linear simples foi identificado que a maturação biológica contribui em 45% (contribuição média) para a potência de membros inferiores ($r^2:0,455$; $F_{(1,0)}:11,7$; $\beta: 1,83$; CI 95% $\beta: 0,68; 2,98$; $p=0,004$).

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar a correlação entre a maturação biológica e a potência de membros inferiores em futebolistas adolescentes.

Assim, essa pesquisa teve como resultado que a maturação biológica está relacionada com a potência de membros inferiores, e contribui em 45% para a performance da potência dos membros

inferiores. Os resultados sugerem que quanto mais avançada a maturação biológica, maior será a potência de membros inferiores em jovens atletas de futebol do sexo masculino.

Deste modo, a maturação se mostra um grande preditor no desempenho de atletas adolescentes, Almeida-Neto e colaboradores, (2020) mostram que a maturação biológica apresenta relação significativa com a força muscular dos membros inferiores em diferentes esportes.

A previsão da maturação biológica no desempenho esportivo confere uma vantagem essencial para o desenvolvimento e especialização das habilidades técnicas (Malina, Bouchard, 2002).

Segundo Machado e Barbanti, (2007) é necessário entender que pessoas da mesma idade cronológica podem estar em estágios maturacionais diferentes e isso pode interferir diretamente na potência de membros inferiores.

Portanto, durante a seleção de jovens talentos esportivos é importante compreender maneiras de prever as habilidades motoras como por meio da capacidade física de potência muscular, em sua investigação com Jovens Futebolistas em idade cronológica similar verificou que além do aspecto psicológico e motor, o aspecto biológico maturacional é de extrema importância no futebol devido à complexidade da prática, podendo influenciar de forma positiva no rendimento dos esportistas.

Os achados dos referidos autores mostram que dentre as diversas variáveis de condicionamento, cerca de 95% podem ser influenciadas pela maturação biológica, estando dentre elas a potência de membros inferiores.

Em sua análise para Força Explosiva de Membros Inferiores com os testes de Salto Contramovimento (CMJ) e Salto vertical (SV) foi revelado que quanto mais avançado o estágio maturacional do atleta, maior a progressão do desempenho, havendo uma diferença média de 10 centímetros de Impulsão nos atletas (Estágio 1 => 32,38cm; Estágio 5 => 42,00cm CMJ) e (Estágio 1 => 35,57 cm; Estágio 5 => 46,50cm SV), o que corrobora com os achados do presente estudo.

Durante o processo de maturação biológica, ocorrem estímulos intrínsecos que vão estimular o aumento da produção hormonal, em especial dos hormônios androgênicos (i.e., testosterona e desidroepiandrosterona) que no sexo

masculino estão relacionados com o ganho de massa magra (Crewther, Obminski e Cook, 2016; Chin e colaboradores, 2012; Aslam, 2020).

Sabe-se, que sujeitos com volume superior de massa magra corporal têm em seu sistema muscular uma maior quantidade de sarcômeros (unidades biológicas motoras que produzem a contração dos músculos pelo deslizamento da actina sobre a miosina dentro da célula muscular) o que conseqüentemente contribui para a produção de força nos membros superiores e inferiores (Thomas e Burns, 2016; Suchomel, Nimphius e Stone 2016).

Almeida-Neto e colaboradores, (2020) encontraram que jovens atletas com maturação biológica avançada apontavam superioridade de massa magra e de força de membros inferiores em relação aos seus pares com maturação atrasada.

Entretanto, divergindo do presente estudo Pinto e colaboradores, (2018), não encontraram correlação significativa entre a maturação biológica e a performance de membros inferiores para sujeitos do sexo masculino em estágios maturacionais atrasado e sincronizado.

Alves e colaboradores, (2015) em sua pesquisa compararam atletas púberes com pós-púberes e não encontraram diferenças significantes entre os grupos, não identificando assim, relação significativa entre a Potência de Membros Inferiores e a maturação biológica em jovens atletas futebolistas.

Os achados de Pinto e colaboradores (2018) podem ter apresentado discordância do presente estudo porque a amostra analisada pelos autores possuíam idades entre 10 e 13 anos, diferente da amostra do presente estudo que foi composta por jovens com idades entre 11 e 14 anos.

Salienta-se, que o pico de testosterona nos meninos ocorre geralmente após os 13 anos, aproximadamente entre os 15 e 17 anos (Weaver, 2002; Khairullah e colaboradores, 2014), o que pode explicar o fato do estudo de Pinto e colaboradores (2018) não ter apresentado correlação significativa entre a maturação e o desempenho de membros inferiores.

A divergência entre os achados do estudo de Alves e colaboradores, (2015) e os do presente estudo também podem ser justificados pela idade cronológica, a amostra

dos referidos autores possuía idade acima de 14 anos.

Sabe-se que os ganhos máximos de força muscular nos membros superiores e inferiores ocorrem imediatamente após o pico de crescimento em altura (no sexo masculino ocorre por volta dos 14 anos de idade) (Alves e colaboradores, 2015).

Uma outra razão para explicar a divergência entre os achados de Pinto e colaboradores (2018) e Alves e colaboradores, (2015) em relação ao presente estudo é que os estudos citados analisaram a maturação biológica através do protocolo de Tanner, que utiliza dados da autoavaliação das características sexuais secundárias.

O método de Tanner é prático, entretanto, a confiabilidade das análises pode ser comprometida devido o método expor aos avaliados cartilhas com imagens de órgãos genitais e perguntar com qual imagem o genital do avaliado se assemelha (Malina, Bouchard, 2002; Baxter-Jones, Eisenmann, Sherar, 2005).

O ato pode levar o avaliado a realizar uma análise superestimada ou subestimada devido ao mesmo se encontrar em uma circunstância de constrangimento (Malina, Bouchard, 2002).

Rowland (2008) discorre que a via metabólica predominante nos estágios maturacionais iniciais (i.e., pré púbere ou atrasado e púbere ou sincronizado) é a aeróbica enquanto no estágio final (i.e., pós púbere ou avançado) a predominância metabólica é da via anaeróbica que favorece a produção de potência muscular.

Neste sentido, Birat e colaboradores, (2018) identificaram que atletas em estágio maturacional pré-púbere apontam via metabólica aeróbica predominante, sendo similar à de atletas adultos de endurance, sugerindo que em tal estágio maturacional o organismo dos jovens possui vantagens em relação ao condicionamento aeróbico.

Desta forma, a via metabólica anaeróbica predominante no estágio maturacional avançado ou pós-púbere pode justificar a correlação entre a idade esquelética e a potência de membros inferiores encontrada pelo presente estudo.

Com base na discussão corrente, destacamos que o presente estudo traz entre seus pontos fortes (i) que a Maturação Biológica é um significativo preditor para a Capacidade Física de Potência Muscular em

Membros Inferiores. (ii) Outro ponto forte que o presente estudo sugere é que quanto mais avançada a idade esquelética, maior será a potência de membros inferiores em jovens atletas de futebol do sexo masculino.

Contudo, apesar da relevância do presente estudo, ele aponta as seguintes limitações: (i) O Desenho do Estudo é observacional com delineamento transversal, o que não permite aos autores estabelecer relação entre causa e efeito. (ii) a amostra do estudo só possui atletas do sexo masculino, o que impossibilita determinar se a maturação vai apontar resultados similares no sexo feminino (iii) Verificou-se a maturação biológica por meio de fórmulas fundamentadas na antropometria, podendo com este modelo de análise observar uma discordância de resultados em relação a análise de Maturação Biológica pelo Padrão Ouro.

Desta forma os achados do presente estudo trazem a probabilidade de aplicação prática de alocar os atletas com estágio maturacional acelerado em posições que exijam maior uso da Potência Muscular de Membros Inferiores no Esporte Futebol, como por exemplo, laterais, meio campo e atacantes. Além disso, a maturação deve ser considerada durante o processo de seleção e orientação de jovens talentos no futebol.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, concluímos que o avançar da idade biológica analisada através da idade esquelética está relacionada com o aumento da potência muscular de membros inferiores em jovens atletas de futebol do sexo masculino.

AGRADECIMENTOS

Pelo apoio e encorajamento para o desenvolvimento deste artigo acadêmico, agradecemos à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), à base de investigação de Atividade Física e Saúde (AFISA), ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Maturação da Criança e Adolescente (GEPMAC).

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPQ) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- 1-Almeida-Neto, P.F.; Medeiros, R.C.D.S.C.; Matos, D.G.; Baxter-Jones, A.D.G.; Aidar, F.J.; de Assis, G.G.; Silva Dantas, P.M.; Cabral, B.G.A.T. Lean mass and biological maturation as predictors of muscle power and strength performance in young athletes. *Plos one*. Vol. 16. Núm. 7. p. e0254552. 2021.
- 2-Almeida-Neto, P.F.; Matos, D.; Baxter-Jones, A.D.G.; Batista, G.; Pinto, V.C.M.; Dantas, M.; Aidar, F.J.; Dantas, P.M.S.; Cabral, B.G.D.A.T. The Effectiveness of Biological Maturation and Lean Mass in Relation to Muscle Strength Performance in Elite Young Athletes. Sustainability. Vol. 12. Núm. 17. p. 6696. 2020.
- 3-Alves, C.V.N.; Santos, L.R.; Vianna, J.M.; Novaes, G.S.; Damaceno, V.O. Força explosiva em distintos estágios de maturação em jovens futebolistas das categorias infantil e juvenil. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. Vol. 37. p. 199-203. 2015.
- 4-Aslam, S. Endocrine events involved in puberty: A revisit to existing knowledge. *Life and Science*. Vol. 1. Núm. 1. p.12-12. 2020.
- 5-Baxter-Jones, A.D.G.; Eisenmann, J.C.; Sherar, L.B. Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*. Vol. 17. Núm. 1. p. 18-30. 2005.
- 6-Birat, A.; Bourdier, P.; Enzo, P.; Blazeovich, A.; Maciejewski, H.; Duché, P.; Ratel, S. Metabolic and fatigue profiles are comparable between prepubertal children and well-trained adult endurance athletes. *Frontiers in physiology*. Vol. 9. p. 387. 2018.
- 7-Cabral, S.D.A.T.; Cabral, B.G.D.A.T.; Pinto, V.C.M.; Andrade, R.D.; Oliveira Borges, M.V.; Dantas, P.M.S. Relação da idade óssea com antropometria e aptidão física em jovens praticantes de voleibol. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. Vol. 38. Núm. 1. p. 69-75. 2016.
- 8-Chin, K.Y.; Soelaiman, I.N.; Naina I.M.; Shahar, S.; Teng, N.I.M.F.; Ramli, S.M.E.; Ahmad, F.; Aminuddin, A.; Ngah, W.Z.W. Testosterone is associated with age-related changes in bone health status, muscle strength and body composition in men. *The Aging Male*. Vol. 15. Núm. 4. p.240-245. 2012.
- 9-Cohen, J. Quantitative methods in psychology: A power primer. In: *Psychological bulletin*. 1992. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19565683/>
- 10-Comitê Olímpico Brasileiro. Esportes. Futebol. 2020. Disponível em: <https://www.cob.org.br/pt/cob/time-brasil/esportes/futebol/>. Acesso: 06/12/2022.
- 11-Crewther, B.; Obminski, Z.; Cook, C. The effect of steroid hormones on the physical performance of boys and girls during an Olympic weightlifting competition. *Pediatric Exercise Science*. Vol. 28. Núm. 4. p. 580-587. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27615264/>
- 12-Cumming, S.P.; Brown, D.J.; Mitchell, S.; Bunce, J.; Hunt, D.; Hedges, C.; Crane, G.; Gross, A.; Scott, S.; Franklin, E.; Breakspear, D.; Dennison, L.; White, P.; Cain, A.; Eisenmann, J.C.; Malina, R.M. Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. *Journal of sports sciences*. Vol. 36. Núm. 7. p. 757-765. 2018.
- 13-Cesário, T.M.; Almeida-Neto, P.F.; Matos, D.G.; Wells, J.; Aidar, F.J.; da Costa, R.F.; Cabral, B.G.A.T. Body adiposity index to analyze the percentage of fat in young men aged between 7 and 17 years. *American Journal of Human Biology*. Vol. 34. Núm. 2. p. e23599. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33763955/>
- 14-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. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*. Vol. 6. p. 9982-9988. 2019.
- 15-Karupaiah, T. Limited (ISAK) profiling the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). *Journal of Renal Nutrition and Metabolism*. Vol. 3. Núm. 1. p.11-11. 2018.
- 16-Khairullah, A.; Cousino Klein, L.; Ingle, S.M.; May, M.T.; Whetzel, C.A.; Susman, E.J.; Paus, T. Testosterone trajectories and reference ranges in a large longitudinal sample of male

- adolescents. *PloS one*, 9(9), e108838. Testosterone trajectories and reference ranges in a large longitudinal sample of male adolescents. *PloS one*. Vol. 9. Núm. 9. p. e108838. 2014.
- 17-Komi, P.V. Força e potência no esporte. *Artmed*. 2009.
- 18-Machado, D.R.L.; Barbanti, V.J. Maturação esquelética e crescimento em crianças e adolescentes. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. Vol. 9. Núm. 1. p.12-2007.
- 19-Malina, R.M.; Bouchard, C. Physical activity of the young athlete: from growth to maturation. São Paulo. 2002.
- 20-Malina, R.M.; Rogol, A.D.; Cumming, S.P.; Silva, M.J.C.; Figueiredo, A.J. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British journal of sports medicine*. Vol. 49. Núm. 13. p. 852-859. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26084525/>
- 21-Malina, R.M.; Coelho-e-Silva, M.J.; Figueiredo, A.J.; Philippaerts, R.M.; Hirose, N.; Peña Reyes, M.E.; Gilli, G.; Benso, A.; Vaeyens, R.; Deprez, D.; Guglielmo, L.F.; Buranarugsa, R. Tanner-Whitehouse skeletal ages in male youth soccer players: TW2 or TW3?. *Sports Medicine*. Vol. 48. Núm. 4. p. 991-1008. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29082464/>
- 22-Malina, R.M. Growth and maturation: basic principles and effects of training. Parte: <http://hdl.handle.net/10316.2/3167>. 2004.
- 23-Meylan, C.; Cronin, J.; Oliver, J.; Hughes, M. Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching*. Vol. 5. Núm. 4. p. 571-592. 2010.
- 24-Murtagh, C.F.; Brownlee, T.E.; O'Boyle, A.; Morgans, R.; Drust, B.; Erskine, R.M. Importance of speed and power in elite youth soccer depends on maturation status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 32. Núm. 2. p. 297-303. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29369950/>
- 25-Perini, T.A.; Oliveira, G.L.D.; Ornellas, J.D.S.; Oliveira, F.P.D. Technical error of measurement in anthropometry. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 11. p. 81-85. 2005.
- 26-Pinto, V.C.M.; Dias, P.G.M.; Santos, R.C.D.S.; Medeiros, C.; Simões, S.; Carvalho Dantas, R.P.N.; Cabral, B.G.D.A.T. Estágios maturacionais: comparação de indicadores de crescimento e capacidade física em adolescentes. *Rev. bras. crescimento desenvolv. Hum*. p. 42-49. 2018.
- 27-Pinto, V.C.M.; 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*. Vol. 27. Núm. 1. p. 77-83. 2017.
- 28-Rowland, T.W. Children's Exercise Physiology. Illinois. 2ª ed. In *Human Kinetics*. p. 79-80; 90-91; 168-169. 2004.
- 29-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*. Vol. 29. Núm. 1. 2020.
- 30-Suchomel, T.J.; Nimphius, S.; Stone, M.H. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*. Vol. 46. Núm. 10. p. 1419-1449. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26838985/>
- 31-Thomas, M.H.; Burns, S.P. Increasing lean mass and strength: A comparison of high frequency strength training to lower frequency strength training. *International journal of exercise Science*. Vol. 9. Núm. 2. p.159. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27182422/>
- 32-Von Elm, E.; Altman, D.G.; Egger, M.; Pocock, S.J.; Gøtzsche, P.C.; Vandenbroucke, J.P.; Strobe Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *International journal of surgery*. Vol. 12. Núm. 12. p. 1495-1499. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18313558/>

33-Weaver, C.M. Adolescence-The period of dramatic bone growth. Endocrine. Vol. 17. Núm. 1. p. 43-48. 2002.

34-Wing, C.E.; Turner, A.N.; Bishop, C.J. Importance of strength and power on key performance indicators in elite youth soccer. The Journal of Strength & Conditioning Research. Vol. 34. Núm. 7. p. 2006-2014. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29373431/>

E-mail dos autores:

MateusFreitasdeMedeiros1998@hotmail.com
jjjulio159@gmail.com
pablo96529897@hotmail.com
victor.sabino.121@ufrn.edu.br
paulo220911@hotmail.com
brenotcabral@gmail.com

Correspondence:

Mateus Freitas de Medeiros.
Av. Senador Salgado Filho, 3000.
Campus Central, Lagoa Nova, Natal, RN,
Brazil.
Postal Code: 59078-970.
Tel: +55 84 987553837.

Recebido para publicação em 06/12/2022

Aceito em 18/01/2022