



Avaliação do estado de maturação e desempenho esportivo de escolares

Evaluation of maturity and sports performance in schooled athletes

Evaluación del estado de maduración y rendimiento deportivo de los escolares

Felipe Machado Brito¹, Cirley Pinheiro Ferreira¹, Valmir Oliveira Silvino¹, Rayane Carvalho de Moura¹, João Victor Neves Veras², Bruna Lorena Soares Cavalcante Sousa³, Marcos Antonio Pereira dos Santos¹.

RESUMO

Objetivo: Analisar a influência da maturação sobre o desempenho esportivo em atletas de idade escolar. **Métodos:** Estudo transversal com 26 atletas de Handebol ($12,4 \pm 0,85$ anos, $156,9 \pm 8,07$ cm, $157,93 \pm 7,11$ kg), sendo 46,1% do sexo feminino. Foram realizados testes físicos e antropométricos. A maturação foi avaliada pela fórmula de estimativa do Pico de Velocidade do Crescimento (PVC). Analisada a correlação de Pearson para verificar a influência da idade no PVC e testes físicos. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. **Resultados:** Atletas do sexo feminino apresentaram correlação moderada positiva com os testes de abdominal, salto contra-movimento e consumo máximo de oxigênio ($r = 0,633$, $p = 0,027$; $r = 0,694$, $p = 0,012$; $r = 0,582$, $p = 0,047$, respectivamente), e forte negativa para os testes de arremesso, dinamometria da mão dominante e agilidade ($r = -0,792$, $p = 0,002$; $r = -0,818$, $p = 0,001$; $r = -0,720$, $p = 0,008$, respectivamente) para idade no PVC. Entre os atletas do sexo masculino não foram verificadas correlações significativas da idade no PVC e testes físicos. **Conclusão:** A idade no PVC pode influenciar no desempenho físico de atletas, em especial do sexo feminino.

Palavras-chave: Desempenho Esportivo, Maturação, Pico de Velocidade do Crescimento.

ABSTRACT

Objective: To analyze the influence of maturation on sports performance in school-age athletes. **Methods:** Cross-sectional study with 26 handball athletes (12.4 ± 0.85 years, 156.9 ± 8.07 cm, 157.93 ± 7.11 kg), 46.1% female. Physical and anthropometric tests were performed. Maturation was evaluated by the Peak Growth Velocity (PVC) estimation formula. Pearson's correlation was analyzed to verify the influence of age on CVP and physical tests. The significance level was set at $p < 0.05$. **Results:** Female athletes showed a moderate positive correlation with the abdominal tests, counter-movement jump and maximal oxygen consumption ($r = 0.633$, $p = 0.027$; $r = 0.694$, $p = 0.012$; $r = 0.582$, $p = 0.047$, respectively), and strong negative for the throwing tests, dominant hand dynamometry and agility ($r = -0.792$, $p = 0.002$; $r = -0.818$, $p = 0.001$; $r = -0.720$, $p = 0.008$, respectively) for age in CVP. Among male athletes, there were no significant correlations of age in CVP and physical tests. **Conclusion:** Age at CVP may influence the physical performance of athletes, especially females.

Keywords: Sports Performance, Maturation, Peak Growth Velocity.

RESUMEN

Objetivo: Analizar la influencia de la maduración en el rendimiento deportivo en deportistas en edad escolar. **Métodos:** Estudio transversal con 26 atletas de balonmano ($12,4 \pm 0,85$ años, $156,9 \pm 8,07$ cm, $157,93 \pm 7,11$

¹ Universidade Federal do Piauí, Teresina - PI.

² Centro Universitário UNINOVAFAP, Teresina - PI.

³ Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG.

kg), 46,1% mujeres. Se realizaron pruebas físicas y antropométricas. La maduración se evaluó mediante la fórmula de estimación de la velocidad máxima de crecimiento (PVC). La correlación de Pearson se analizó para verificar la influencia de la edad en la CVP y las pruebas físicas. El nivel de significancia se fijó en $p < 0,05$. **Resultados:** Las atletas femeninas mostraron una correlación positiva moderada con las pruebas abdominales, salto de contramovimiento y consumo máximo de oxígeno ($r = 0,633$, $p = 0,027$; $r = 0,694$, $p = 0,012$; $r = 0,582$, $p = 0,047$, respectivamente), y fuerte negativo para las pruebas de lanzamiento, dinamometría de mano dominante y agilidad ($r = -0,792$, $p = 0,002$; $r = -0,818$, $p = 0,001$; $r = -0,720$, $p = 0,008$, respectivamente) para la edad en CVP. Entre los atletas masculinos, no hubo correlaciones significativas de edad en CVP y pruebas físicas. **Conclusión:** La edad en CVP puede influir en el rendimiento físico de los atletas, especialmente las mujeres.

Palabras clave: Rendimiento deportivo, Maduración, Velocidad máxima de crecimiento.

INTRODUÇÃO

A influência da maturação no desempenho esportivo de jovens atletas tem sido um importante fator a ser observado e avaliado por pesquisadores ligados à formação esportiva, por sua associação com uma série de alterações morfológicas favoráveis ao desempenho e sobretudo por auxiliar no processo de seleção dos jogadores de alta performance, ainda em idades prematuras (LINHARES RV, et al., 2009; MALINA RM, et al., 2015; COSTA JC, et al., 2020).

A maturação é um processo natural, sendo uma das etapas da vida dos seres humanos que se caracteriza por mudanças físicas, cognitivas e comportamentais. Essas mudanças são acentuadas durante o final da infância, mais especificamente no período conhecido como puberdade (LLOYD RS, OLIVER JL, 2012; DETANICO, et al., 2021).

Na pubescência surge uma cascata de mudanças no sistema endócrino, que resultam na maturação sexual e capacidade de reprodução (LI W, et al., 2017). Em geral, esse processo inicia entre os 8 e 13 anos nas meninas e entre 9 e 14 anos nos meninos (TANNER JM, 1975; KANE L, ISMAIL N, 2017; MENG H et al., 2021).

Durante os processos maturacionais, os adolescentes desenvolvem diversas capacidades físicas importantes para a prática desportiva, dentre as quais destacam-se a força e a potência muscular (LLOYD RS, OLIVER JL, 2012; DETANICO D, et al., 2021), além de melhorias nas capacidades aeróbicas e anaeróbicas (DETANICO D, et al., 2021; DONCASTER G, et al., 2018).

Tradicionalmente, as competições de base dividem os atletas de acordo com o seu ano de nascimento. Entretanto, atletas nascidos nos primeiros quatro meses do ano tendem a ser mais altos e mais fortes que seus pares nascidos nos quatro meses finais do mesmo ano (MASSA M, et al., 2014), o que pode acarretar em eventuais erros numa seleção de talentos. Dessa forma, a análise maturacional pode ser uma solução viável para uma maior assertividade no processo de seleção e treinamento de atletas de base (TRÓZNAI Z, et al., 2021).

A literatura aponta algumas formas de determinar o grau de maturação em adolescentes, dentre as quais podemos citar a idade esquelética através da radiografia carpal (GREULICH WW, PYLE SL, 1959), o volume testicular (nos homens) e a menarca (nas mulheres) (TANNER M, 1975), a dosagem hormonal (CSELKÓ A, et al., 2021) e a idade no estirão de crescimento (MIRWALD RL, et al., 2002).

Dentre esses, o método que utiliza a idade no pico de velocidade do crescimento (PVC) tem sido bastante aplicado por indicar e classificar o grau de maturação, utilizando uma equação matemática a partir de medidas antropométricas (MIRWALD RL, et al., 2002).

Baseado nessas análises, o presente estudo teve por objetivo analisar a influência da maturação sobre o desempenho esportivo em atletas de idade escolar, como forma de suporte para a tomada de decisão das estratégias de treinamento. A hipótese do estudo é que indivíduos mais avançados em seus estágios de maturação tendem a apresentar melhores índices de desempenho em relação àqueles menos maturados para a mesma faixa etária.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, de abordagem quantitativa. Sendo submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil, sob o protocolo de número 5.492.842, CAAE: 49975921.6.1001.5214 e foi conduzido de acordo com o código de conduta da Declaração de Helsinki.

A população estudada foram atletas de Handebol, sendo incluídos voluntários que assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, apresentaram a autorização de seu responsável mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e compareceram no centro de treinamento para realizarem os testes físicos e antropométricos. Foram excluídos os voluntários com idade igual ou superior a 15 anos, voluntários que não concluíram a bateria de testes e aqueles que não se enquadraram nos critérios de inclusão.

Na coleta de dados foram avaliadas medidas antropométricas (Estatura, altura tronco-cefálica, comprimento do membro inferior, massa corporal), idade cronológica e aplicados testes físicos e funcionais. Para coleta da estatura, foi utilizado o estadiômetro (AVANUTRI®, Brasil). Os participantes ficaram na posição ortostática, com os braços estendidos ao longo do corpo e a cabeça orientada no plano de Frankfurt (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2021). Para o registro da altura tronco-cefálica, foi utilizado um estadiômetro adaptado (AVANUTRI®, Brasil) e um banco de aproximadamente 50 cm, possibilitando que os indivíduos permanecessem sentados com os joelhos em um ângulo aproximado de 90° com as coxas (MIRWALD RL, et al., 2002).

O comprimento do membro inferior foi medido através da diferença da estatura pela altura sentado. A medida obtida foi registrada em centímetros, aproximando dois dígitos decimais (MALINA RS, et al., 2021). A massa corporal foi medida utilizando a balança calibrada com precisão de 100 g, (Thermkal®, Brasil). Os avaliados foram orientados a subir na balança e permanecer ereto, com os braços estendidos ao longo do corpo e com a cabeça orientada no plano de Frankfurt até o avaliador fazer o registro da medida (GAYA AR, et al., 2021).

A idade cronológica dos participantes foi obtida mediante a informação da data de nascimento e registrada em anos e meses pelo avaliador (MASSA M, et al., 2014). A idade PVC foi calculada, para cada participante, através da diferença entre a idade cronológica e o pico de velocidade de crescimento (PVC), que foi obtido através da equação anteriormente descrita (MIRWALD RL, et al., 2002): $PVC \text{ (anos)} = -9,236 + [0,0002708 \times (CP \times AS)] + [-0,001663 \times (IC \times CP)] + [0,007216 \times (IC \times AS)] + \{0,02292 \times [(M \div A) \times 100]\}$ para meninos, e $PVC \text{ (anos)} = -9,376 + [0,0001882 \times (CP \times AS)] + [0,0022 \times (IC \times CP)] + [0,005841 \times (IC \times AS)] - [0,002658 \times (IC \times M)] + \{0,07693 \times [(M \div A) \times 100]\}$ para meninas. Onde CP = comprimento do membro inferior (cm), AS = altura sentado (cm), IC = idade cronológica (anos e meses), M = massa corporal (kg) e A = altura (cm).

Para avaliar a capacidade anaeróbia e intermitente e estimar o $VO_2\text{máx}$ foi aplicado o teste 30-15 IFT, seguindo resumidamente os procedimentos a seguir: os participantes realizaram uma corrida de 30 s intercaladas com períodos de recuperação ativa de 15 s, em movimentos de vai e vem entre duas linhas (40 m de distância) em um ritmo guiado por “bipes” de áudio pré-gravados. O trajeto era composto por 3 zonas, sendo 2 localizadas nas extremidades (medindo 3 m) e 1 zona localizada no meio do terreno do teste, medindo 6 m. A velocidade inicial da corrida era de 8 km/h com incrementos de 0,5 km/h a cada 45 s (BUCHHEIT M, 2008).

Durante a aplicação dos testes, os participantes foram encorajados verbalmente a completar o maior número de fases possível. A finalização aconteceu quando os voluntários (1) estavam totalmente exaustos e paravam por sua própria vontade ou (2) quando não conseguiam alcançar a zona de 3 m seguinte ao sinal sonoro em três ocasiões dentro do mesmo estágio. A velocidade de corrida durante a última etapa concluída foi considerada como a velocidade máxima de corrida (VIFT). O $VO_2\text{máx}$ foi estimado por meio da equação proposta por Buchheit (2008): $VO_2\text{máx} = 28,3 - 2,15 \times S - 0,741 \times I - 0,0357 \times MC + 0,058 \times I \times VIFT + 1,02 \times VIFT$ Onde S representa o sexo (masculino = 1; feminino = 2), I a idade cronológica em anos, MC a massa corporal e VIFT a velocidade final alcançada no teste.

O teste de arremesso de medicine ball (BORMS D, et al., 2016) foi utilizado para avaliar a potência dos membros superiores, através do registro da distância máxima alcançada pela bola até o seu primeiro contato com o solo. Para realização do teste, foi necessário o uso de fita métrica de 50 m, medicine ball e pó de giz para facilitar a visualização do ponto de primeiro contato da bola com o solo. Os sujeitos foram orientados a ficar sentados, com as costas apoiadas na parede, pernas estendidas no solo, segurando a bola na altura do peito com os cotovelos flexionados. Ao sinal do avaliador, os indivíduos deveriam arremessar o objeto com a maior força possível a partir do movimento de extensão dos cotovelos, sem tirar as costas do apoio ou realização de gestos adicionais. Foram realizadas duas tentativas de arremesso com intervalo de recuperação de 2 min, e a melhor tentativa foi registrada em cm, aproximando uma casa decimal (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Para medir a potência de membros superiores foi utilizado o dinamômetro manual com precisão de 1 kgf (Crown®, Brasil). Durante o teste, a abertura do dinamômetro foi ajustada, para cada avaliado, tendo como ponto de referência a base do dinamômetro apoiado na palma da mão e a alça para fazer a preensão à segunda articulação interfalângica.

Para a realização da mensuração, os participantes foram orientados a se posicionar em pé com os braços ao longo do corpo em posição neutra, segurando o aparelho com uma das mãos. Na sequência, foram instruídos a prensarem o dispositivo com a maior força possível. Durante a preensão manual, o braço permaneceu imóvel, havendo somente a flexão das articulações interfalângica e metacarpofalângica (LUSTOSA LP, et al., 2020). Os indivíduos foram verbalmente incentivados durante a realização do teste. Foram realizadas três tentativas para cada membro, com intervalo aproximado de 2 min entre os testes, e o melhor resultado de cada membro foi registrado.

O teste de salto vertical foi aplicado para avaliar a potência dos membros inferiores através do countermovement jump (CMJ). O teste foi efetuado a partir da gravação dos saltos via aparelho celular, em uma frequência de 240 Hz, utilizando o aplicativo My Jump App para IOS, versão 2 (GALLARDO-FUENTES F, et al., 2016). Os participantes foram orientados a ficar na posição ereta, posteriormente realizar um agachamento até uma angulação de aproximadamente 90° e em seguida um movimento rápido e explosivo de salto, tentando alcançar a maior altura possível.

Durante todo o teste, precisavam manter as mãos no quadril, para evitar que o balançar dos braços afetasse os resultados. Além disso, foram orientados a permanecerem com joelhos e tornozelos estendidos na decolagem do salto, e em uma posição similar até momentos antes da aterrissagem no solo. Os participantes tiveram três chances de efetuar os saltos, com 30 s de repouso entre cada tentativa. Entre os saltos registrados (em cm), foi considerando o de maior altura, considerando as duas últimas casas decimais.

Para avaliar a resistência muscular foi realizado o teste de abdominais, onde os indivíduos se posicionaram em decúbito dorsal sobre um colchonete, com joelhos flexionados a cerca de 45°, braços cruzados sobre o tórax e pés fixados ao solo com ajuda do avaliador (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2021).

A execução do abdominal era contabilizada como correta quando os avaliados realizavam a flexão do tronco partindo do chão até tocar os cotovelos nas coxas. Após a execução teriam que retornar à posição inicial (não sendo necessário tocar com a cabeça no colchonete a cada execução). O teste durava 1 min completando o máximo de repetições corretas que estivesse ao alcance. O resultado foi registrado a partir do número de repetições corretas em 1 min.

Para avaliar a velocidade foi realizado o teste de corrida de 20 m. Para sua realização, foi necessária uma pista com 3 marcações: a primeira demarcando o início do teste, a segunda distante 20 m da primeira (onde era pausado o cronômetro), e a terceira marcada há um metro da segunda era a referência para o fim do teste, a fim de evitar que o avaliado desacelerasse antes de chegar na segunda marcação. Também foram necessários dois cones para sinalizar a linha de partida e de chegada do teste (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Os avaliados se posicionavam em pé com um dos pés à frente logo atrás da linha de partida e eram informados que deveriam alcançar a linha de chegada o mais rápido possível. Ao sinal do avaliador, os sujeitos se deslocavam o mais rápido possível em direção à linha de chegada. O cronometrista acionava o cronômetro a partir que o primeiro passo dos avaliados alcançava o solo, e interrompia o aparelho quando a segunda marcação era ultrapassada pelos sujeitos.

O resultado foi expresso em segundos e centésimos de segundo. Para avaliar a flexibilidade foi realizado o teste de sentar e alcançar com o banco de Wells portátil (Prime Med®, Brasil), medindo 30 x 30 cm, contendo uma fita métrica de 53 cm de comprimento e 15 cm de largura (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2021). Durante o teste, os avaliados ficaram descalços, sentados de frente para a base da caixa, com as pernas estendidas e unidas, braços elevados na vertical com uma mão sobre a outra.

Por fim, inclinavam o corpo a frente e alcançavam com a ponta dos dedos a maior distância possível, sem flexionar os joelhos ou utilizar movimentos de balanço. Foram realizadas duas tentativas, separadas por um intervalo de 2 min entre elas. O melhor resultado foi registrado, com aproximação para uma casa decimal.

Para avaliar a agilidade foi realizado o teste do quadrado. O teste foi realizado utilizando 4 cones posicionados no chão, formando um quadrado com lados medindo 4 m. Os avaliados iniciavam o teste em pé com um dos pés à frente, posicionado imediatamente atrás da linha de partida.

Ao sinal do avaliador, os indivíduos deveriam se deslocar com maior velocidade possível em direção ao cone em sua diagonal. Em seguida, corriam em direção ao cone ao lado, voltando a se deslocar em direção ao cone que está em sua diagonal. Finalmente, retornavam ao cone inicial, onde era interrompida a medida do cronômetro.

Os avaliados deveriam tocar com uma das mãos em cada cone do trajeto, e o cronômetro era acionado quando a primeira passada dos avaliados tocava o solo. Foram realizadas duas tentativas, separadas por 2 min entre si, onde o melhor resultado foi registrado em segundos e centésimos de segundo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Para as variáveis quantitativas com valores normais (paramétricos), foi utilizada a Correlação de Pearson. O nível de significância adotado para o estabelecimento de diferenças entre os grupos foi de $p \leq 0,05$. A magnitude das correlações adotada foi: “muito fraca” (0,00 – 0,25), “fraca” (0,26 – 0,49), “moderada” (0,50 – 0,69), “forte” (0,70 – 0,89) e “muito forte” (0,90 – 1,00) [22]. Para os procedimentos relatados, foi utilizado o pacote estatístico SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA, versão 21.0) para Windows devidamente registrado.

RESULTADOS

Participaram deste estudo 32 praticantes de Handebol. Foram elegíveis 26 pré-adolescentes (12 meninas e 14 meninos) com idade entre 10 e 14 anos. Foram excluídos 6 indivíduos que não completaram a bateria de testes físicos. As características dos participantes do estudo estão descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Características da amostra.

	Feminino (N = 12)	Masculino (N = 14)	Geral (N = 26)
Idade (anos)	11,9 ± 0,79	12,8 ± 0,7	12,4 ± 0,85
Estatura (cm)	155,71 ± 9,24	157,93 ± 7,11	156,90 ± 8,07
Massa corporal (kg)	44,88 ± 14,33	48,29 ± 14,59	46,72 ± 14,29

Legenda: N = Número de participantes; Cm = Estatura; Kg = Quilograma.

Fonte: Brito FM, et al., 2024.

Na **Tabela 2** são apresentados os resultados dos testes de desempenho dos sujeitos da pesquisa, com valores expressos em média e desvio padrão.

Tabela 2 - Desempenho médio da amostra nos testes aplicados.

Variáveis	Média ± DP
Arremesso (m)	3,12 ± 0,86
Dinamometria mão dominante (kgf)	24,00 ± 9,46
Dinamometria mão não dominante (kgf)	20,00 ± 7,39
Abdominal (repetições)	30,69 ± 11,24
CMJ (cm)	24,53 ± 6,20
Flexibilidade (cm)	23,08 ± 7,66
Agilidade (s)	5,79 ± 0,60
Corrida de 20 m (s)	3,96 ± 0,34
VO ₂ máx (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	38,86 ± 4,10
Idade PVC	13,20 ± 1,20

Legenda: DP: Desvio padrão; PVC: Pico de velocidade de crescimento; Kgf: Quilograma-força; M: Metros; VO₂máx: Consumo máximo de oxigênio.

Fonte: Brito FM, et al., 2024.

A análise de correlação entre os testes aplicados e a idade no PVC em toda amostra estão representados na **Tabela 3**. O teste de abdominal e o VO₂máx apresentaram correlação forte positiva e significativa com a idade no PVC ($r = 0,754$, $p < 0,01$; $r = 0,724$, $p < 0,01$, respectivamente), ao passo que o teste de CMJ apresentou uma correlação moderada ($r = 0,677$, $p < 0,01$). Por outro lado, o teste de agilidade apresentou correlação moderada negativa e significativa com a idade no PVC ($r = -0,699$, $p < 0,01$).

Tabela 3 - Correlação entre as variáveis estudadas e a idade PVC para a amostra.

Variáveis	<i>r</i>	<i>p</i>
Arremesso (m)	0,384	0,053
Dinamometria mão dominante (kgf)	0,265	0,190
Dinamometria mão não dominante (kgf)	0,349	0,080
Abdominal (repetições)	0,754**	<0,01
CMJ (cm)	0,677**	<0,01
Flexibilidade (cm)	0,047	0,819
Agilidade (s)	-0,699**	<0,01
Corrida de 20 m (s)	0,124	0,547
VO ₂ máx (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,724**	<0,01

Legenda: CMJ: Salto contra-movimento; PVC – Pico de velocidade de crescimento; kgf – Quilograma-força; m: Metros; VO₂máx: Consumo máximo de oxigênio. Nível de significância: $p < 0,05$.

Fonte: Brito FM, et al., 2024.

A **Tabela 4** mostra os resultados da correlação dos testes aplicados com a idade no PVC entre as atletas do sexo feminino. Para os testes de arremesso, dinamometria da mão dominante e agilidade foram apresentadas correlação forte negativa e significativa ($r = -0,792$, $p = 0,002$; $r = -0,818$, $p = 0,001$; $r = -0,720$, $p = 0,008$, respectivamente). Já nos testes de abdominal, CMJ e o VO_2 máx foram encontrados correlação moderada significativa e positiva ($r = 0,633$, $p = 0,027$; $r = 0,694$, $p = 0,012$; $r = 0,582$, $p = 0,047$, respectivamente).

Tabela 4 - Correlação entre as variáveis estudadas e a idade PVC para atletas do sexo feminino.

Variáveis	r	p
Arremesso (m)	-0,792**	0,002
Dinamometria mão dominante (kgf)	-0,818**	0,001
Dinamometria mão não dominante (kgf)	-0,473	0,121
Abdominal (repetições)	0,633*	0,027
CMJ (cm)	0,694*	0,012
Flexibilidade (cm)	0,045	0,890
Agilidade (s)	-0,720**	0,008
Corrida de 20 m (s)	-0,198	0,536
VO_2 máx (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,582*	0,047

Legenda: CMJ: Salto contra-movimento; PVC: Idade no pico de velocidade de crescimento; kgf: Quilograma-força; m: Metros; VO_2 máx: Consumo máximo de oxigênio. Nível de significância: $p < 0,05$.

Fonte: Brito FM, et al., 2024.

A **Tabela 5** ilustra a correlação entre as variáveis dos testes de desempenho físico realizados com os atletas do sexo masculino e sua idade no PVC. Os resultados mostraram que não houve correlação significativa entre os resultados dos testes.

Tabela 5 - Correlação entre as variáveis estudadas e a idade PVC para atletas do sexo masculino.

Variáveis	r	P
Arremesso (m)	-0,436	0,119
Dinamometria mão dominante (kgf)	-0,431	0,124
Dinamometria mão não dominante (kgf)	-0,196	0,503
Abdominal (repetições)	0,090	0,759
CMJ (cm)	0,074	0,802
Flexibilidade (cm)	-0,110	0,707
Agilidade (s)	0,126	0,668
Corrida de 20 m (s)	0,193	0,508
VO_2 máx (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,399	0,157

Legenda: CMJ: Salto contra-movimento; PVC: Pico de velocidade de crescimento; kgf: Quilograma-força; m: Metros; VO_2 máx: Consumo máximo de oxigênio. Nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

Fonte: Brito FM, et al., 2024.

DISCUSSÃO

A maturação é um fenômeno que resulta em diversas mudanças físicas, cognitivas (SILVA LA, et al., 2020), hormonais (CSELKÓ A, et al., 2021), biológicas e comportamentais (LLOYD RS, OLIVER JL, 2012; DETANICO D, et al., 2021). Apesar de ser um processo comum a todas as pessoas na transição da adolescência para a idade adulta, é natural que indivíduos amadureçam em diferentes ritmos (SILVA LA, et al., 2020), sendo comum observar que adolescentes com a mesma idade cronológica apresentem idades biológicas distintas (MASSA M, et al., 2014; TRÓZNAI Z, et al., 2021).

Um estudo comparando o desempenho atlético de 79 jogadores de handebol do sexo masculino, com categorias de idade, verificou na categoria sub-14 uma média de idade no PVC superior à idade média do grupo geral (HAMMAMI M, et al., 2019). Resultados semelhantes foram observados em nosso estudo, pois os atletas apresentaram a média da idade no PVC ($13,20 \pm 1,20$) superior à média geral de idade da amostra ($12,4 \pm 0,85$) indicando que, em média, os participantes deste estudo ainda não atingiram seu PVC.

Estudos envolvendo nadadores jovens (VIEIRA MM, et al., 2022) e atletas adolescentes de voleibol (ALBALADEJO-SAURA M, et al., 2022) identificaram comportamento diferente para a idade PVC, onde a média observada foi inferior à média de idade da amostra dessas pesquisas. Isto pode ser explicado pelas diferenças de tamanho amostral e nas características das populações analisadas entre o presente estudo e os estudos supracitados.

Os resultados observados na análise em toda a amostra se assemelham com a literatura (SILVA LA, et al., 2020), em estudo que também encontrou significância nas correlações entre o PVC, o teste de impulsão vertical e o VO_2 máx, além de identificar uma correlação negativa com o teste de agilidade, corroborando com o que foi observado nos nossos resultados. Entretanto, os níveis de significância observados para o teste de preensão manual e no teste de velocidade no estudo supracitado tiveram comportamentos diferentes dos nossos resultados. Contudo, nossos achados para o sexo masculino não corroboram com o que foi encontrado no estudo acima (SILVA LA, et al., 2020), que encontrou contribuição significativa do PVC para o desempenho físico em 39 atletas de futsal do sexo masculino. Essa divergência pode ser explicada devido ao tamanho amostral reduzido do presente estudo.

Em nossos resultados foi possível perceber o impacto da idade no PVC no desempenho físico das atletas de handebol, para maioria dos testes físicos aplicados principalmente nas atletas do sexo feminino. Em estudo que avaliou a influência da maturação no desempenho de jovens nadadores (VIEIRA MM, et al., 2022) os resultados diferiram dos nossos uma vez que tal pesquisa identificou influência da maturação para o desempenho dos nadadores do sexo masculino, ao passo que não apresentou influência significativa para as nadadoras do sexo feminino. Essa discordância nos resultados pode ser explicada devido à diferença dos esportes avaliados, que contrastam bastante em suas características e exigências.

Assemelhando-se aos nossos resultados, um estudo que avaliou as influências da idade, maturação e mês de nascimento sobre variáveis antropométricas e de desempenho físico em 96 atletas de voleibol (ALBALADEJO-SAURA M, et al., 2022) também identificou que a maturação influenciou de forma positiva e significativa na altura alcançada no teste de CMJ.

No entanto, o mesmo estudo (ALBALADEJO-SAURA M, et al., 2022) apresentou resultados diferentes dos nossos, ao encontrar contribuição significativa da maturação no teste de arremesso de medicine ball (onde encontramos correlação significativa, mas negativa), e quando as análises foram relacionadas com o sexo, identificou contribuição significativa da maturação no desempenho dos testes de corrida de 20 m (nossas análises não mostraram correlação significativa para esse teste) e agilidade (onde encontramos correlação significativa, mas negativa). Tais diferenças podem ser explicadas pelo tamanho amostral reduzido do presente estudo e também pelas características e especificidades diferentes observadas entre os esportes analisados. Além disso, a correlação negativa observada nos nossos resultados do teste de agilidade pode ser explicada pelo fato do esqueleto apendicular crescer primeiro em relação ao tronco, resultando no deslocamento do centro de massa para cima, influenciando diretamente ações explosivas (HAMMAMI M, et al., 2019) que estão envolvidas na capacidade de mudança de direção. Curiosamente, esse mesmo estudo

observou contribuição significativa da idade no PVC para o desempenho da agilidade, contrariando os achados do presente estudo. Os resultados encontrados neste estudo mostram que a maturação deve ser levada em consideração na interpretação dos resultados dos testes de desempenho físico, conforme também foi observado em outros estudos na literatura (MASSA M, et al., 2014; TRÓZNAI Z, et al., 2021; SILVA LA, et al., 2020), visto que o processo maturacional influencia no desempenho esportivo de atletas de handebol com idade escolar, sendo que neste estudo as influências foram mais perceptíveis nas atletas do sexo feminino.

Apesar das importantes contribuições deste estudo, é importante destacar que existem algumas limitações, principalmente por conta do tamanho amostral reduzido e pela análise exclusiva de atletas de handebol, portanto a interpretação e generalização destes dados deve ser feita com cautela. Entretanto, cabe destacar que a metodologia de análise maturacional empregada e os testes físicos aplicados nesta pesquisa são simples, não-invasivos e de baixo custo, podendo ser implementados facilmente na rotina de treinadores e clubes esportivos.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a idade PVC pode influenciar no desempenho de testes físicos, em especial nas atletas do sexo feminino. Portanto, a maturação deve ser um fator observado na interpretação dos resultados de testes físicos e durante o treinamento no contexto do handebol. Para solucionar algumas limitações apresentadas neste estudo, novas pesquisas podem ser conduzidas seguindo essa mesma linha de estudo, procurando analisar uma amostra maior e adicionando outras análises, como testes hormonais, de forma a apresentar resultados que possam complementar os aqui apresentados.

REFERÊNCIAS

1. ALBALADEJO-SAURA M, et al. The effect of age, biological maturation and birth quartile in the kinanthropometric and physical fitness differences between male and female adolescent volleyball players. *Children*, 2022; 9(1): 58.
2. BORMS D, et al. Upper quadrant field tests and isokinetic upperlimb strength in overhead athletes. *Journal of Athletic Training*, 2016; 51(10): 789-96.
3. BUCHHEIT M. The 30-15 Intermittent Fitness Test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2008; 22(2):365-74
4. COSTA JC, et al. Relação entre maturação esquelética e a orientação esportiva em jovensfutebolistas. *Revista Brasileira de Ciencias do Esporte*, 2020; 42: e2022.
5. CSELKÓ A, et al. Relationship between anthropometric, physical and hormonal parameters among pre-pubertalhandball players. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 2021; 18(19): 9977.
6. DETANICO D, et al. Can judo experience, somatic maturation, growth and physical capacities discriminate young judo athletes from different competitive levels?, *High Ability Stud*, 2021: 33:1, 121-134.
7. DONCASTER G, et al. Assessing differences in cardiorespiratory fitnesswith respect to maturity status in highly trained youth soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 2018; 30(2): 216-28.
8. GALLARDO-FUENTES F, et al. Intersession and intrasession reliability and validity of the My Jump App for measuring different jump actions in trained male and female athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016; 30(7): 2049-56.
9. GREULICH WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand andwrist. *American Journal of the Medical Sciences*, 1959; 91(1): 53.
10. HAMMAMI M, et al. Field tests of performance and their relationship to age and anthropometricparameters in adolescent handball players. *Frontiers in Physiology*, 2019; 10: 1124.
11. KANE L, ISMAIL N. Puberty as a vulnerable period to the effects of immune challenges: focus on sex differences. *Behavioral Brain Research.*, 2017; 320: 374-82.
12. LINHARES RV, et al. Efeitos da maturação sexual na composição corporal, nos dermatóglifos, no somatótipo e nasqualidades físicas básicas de adolescentes. *Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia*, 2009; 53(1): 47-54.
13. LLOYD RS, OLIVER JL. The youth physical development model. *Strength & Conditioning Journal.*, 2012; 34(3): 61-72.

14. LI W, et al. Association between obesity and puberty timing: a systematic review and meta-analysis. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 2017; 14(10): 1266.
15. LUSTOSA LP et al. Concurrent validity of handgrip strength between the jamar and bulb dynamometers in women with rheumatoid arthritis. *Fisioterapia em Movimento*, 2020; 33: e003319.
16. MALINA RM, et al. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *Brasilian Journal Sports of Medicine.*, 2015; 49(13): 852-9.
17. MALINA RM, et al. Prediction of maturity offset and age at peak height velocity in a longitudinal series of boys and girls. *American Journal of Human Biology*. 2020; 33(6):e2355.
18. MASSA M, et al. Efeito da idade relativa no futebol: o estudo de caso do São Paulo Futebol Clube. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 2014; 16(4):399-405.
19. MENG H, et al. Association of bisphenol A with puberty timing: a meta- analysis. *Reviews on Environmental Health*, 2021; 36(4): 459–466.
20. MIRWALD RL, et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicina & Science in Sports & Exercise*, 2002; 34(4): 689-94.
21. PORTNEY LG, WATKINS MP. *Foundations of clinical research: applications to practice*. 3^a ed. Prentice Hall; 2009. 892 p.
22. TANNER JM. The measurement of maturity. *Transaction of the European Orthodontic Society*, 1975; 45-60.
23. TRÓZNAI Z, et al. Talent selection based on sport-specific tasks is affected by the relative age effects among adolescent handball players. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 2021; 18(21): 11418.
24. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *Ciências da Saúde. Projeto Esporte Brasil PROESP-Br: manual de medidas, testes e avaliações*. Porto Alegre; 2021. 39 p.
25. SILVA LA, et al. Correlação e comparação da tarefa cognitiva, composição corporal e aptidão física de acordo com o pico de velocidade de crescimento em crianças praticantes de futsal. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 2020; 14(93): 758-66.
26. VIEIRA MM, et al. Maturação biológica e desempenho em jovens nadadores. *Cad Educ Fis Es*, 2022; 20.