

A POTÊNCIA ANAERÓBICA É DEPENDENTE DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA EM VOLEIBOLISTAS DO SEXO FEMININO: UM ESTUDO TRANSVERSAL COM CEGAMENTO

Matheus de Lima Rocha¹, Paulo Francisco de Almeida-Neto^{1,2}, Fernanda Oliveira^{1,2}
Paulo Moreira Silva Dantas^{1,2}, Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral^{1,2}

RESUMO

A capacidade anaeróbica de jovens praticantes de voleibol, podem estar relacionada com os estágios maturacionais, assim como o índice de fadiga pode ter também influência da maturação. O objetivo do presente estudo foi comparar a capacidade anaeróbica e o índice de fadiga entre meninas e mulheres praticantes de voleibol. Participaram desse estudo 38 jogadoras de voleibol, sendo 20 meninas (idade: 11.6 ± 2.1 anos) e 18 mulheres (idade: 24.5 ± 5.5 anos). Para avaliar capacidade anaeróbica utilizamos o RAST, elas realizaram 6 sprints horizontais máximos em uma distância de 35m, com intervalos de descanso passivo de 10-s entre cada sprint. O índice de fadiga foi analisado através de um modelo matemático. Os resultados apresentaram influência da maturação biológica na capacidade anaeróbica e o índice de fadiga, quanto mais maturadas elas estivessem maior os resultados de potência e maior o índice de fadiga. Concluímos que a capacidade anaeróbica e fadiga é dependente da maturação biológica.

Palavras-chave: Maturação. Potência. Voleibol.

ABSTRACT

Anaerobic power is dependent on biological maturation in female volleyball players: a blinded cross-sectional study

The anaerobic capacity of young volleyball players may be related to maturational stages, as well as the fatigue index may also have an influence on maturation. The aim of the present study was to compare anaerobic capacity and fatigue index between girls and women practicing volleyball. Thirty-eight volleyball players participated in this study, 20 girls (age: 11.6 ± 2.1 years) and 18 women (age: 24.5 ± 5.5 years). To evaluate anaerobic capacity, we used the RAST test, they performed 6 maximal horizontal sprints over a distance of 35m, with 10-s passive rest intervals between each sprint. From the RAST test we calculated the average anaerobic power and the fatigue index. The results showed an influence of biological maturation on anaerobic capacity and fatigue index, the more matured they were the higher the power results and the higher the fatigue index. We conclude that anaerobic capacity and fatigue index depend on biological maturation.

Key words: Maturation. Power. Volleyball

E-mail dos autores:

matheusaca@outlook.com
paulo220911@hotmail.com
fernandacris@yahoo.com.br
pgdantas@icloud.com
brenotcabral@gmail.com

Autor correspondence:

Matheus de Lima Rocha
Matheusaca@outlook.com
ORCID: 0000-0002-8993-4162.

Adress: Av. Senador Salgado Filho, 3000
Campus Central, Lagoa Nova, Natal-RN, Brazil.
Postal Code: 59078-970.

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

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

INTRODUÇÃO

O voleibol é um dos esportes mais praticados na fase inicial na vida esportiva de crianças e adolescentes (Bojikian e colaboradores 2023).

É uma modalidade caracterizada por muitas ações anaeróbicas como saltar e correr frequentemente (Priess e colaboradores, 2018).

Os testes de velocidade são cada vez mais frequente como forma de avaliar a capacidade anaeróbica de atletas de voleibol (Johnson e colaboradores, 2010). A potência anaeróbica pode ser um fator primordial na prática esportiva de um atleta (Newton e Kraemer, 1994).

É falando em potência de acordo com Bojikian e colaboradores, (2023) se tratando da prática esportiva do voleibol as características acíclicas, tem influência das capacidades físicas como potência, velocidade e resistência.

Embora inúmeros estudos tenham se concentrado em investigar o desempenho motor de jovens atletas, ainda é necessário relacionar os resultados com o nível de maturidade desenvolvimental dos indivíduos. E como sabemos a maturação biológica é um processo de desenvolvimento biológico de um indivíduo até a fase adulta.

Diante disso a maturação pode influenciar de maneira significativa o desempenho atlético de um indivíduo, devido ao desenvolvimento dos aspectos fisiológicos, físicos e psicológicos.

No esporte crianças e adultos possuem diferenças físicas em relação a força, potência, velocidade e estatura. Assim a crianças e adolescentes atletas devem ter seus estágios de maturação analisados. Por que de acordo com Tozetto e colaboradores (2012) a maturação biológica tem forte influência sobre as capacidades físicas, até mais que o tempo de prática de uma devida modalidade.

Os testes que envolvem Sprints são cada vez mais utilizados, devido baseia-se na ideia de simular componentes de jogo intermitente com estímulos de curto prazo, alta intensidade e intervalos de recuperação curtos, com isso o Rast Test tem sido usado como um importante parâmetro de desempenho atlético (Goes e colaboradores, 2023; Borges, 2016).

Dada a percepção da maturação biológica sobre as capacidades anaeróbicas, o presente tem o objetivo de comparar a capacidade anaeróbica e o índice de fadiga

entre meninas e mulheres praticantes de voleibol; e comparar a capacidade anaeróbica e o índice de fadiga entre meninas praticantes de voleibol em estágios de maturação pre, circum e post PHV.

Nossa Hipótese é de que a capacidade anaeróbica e o índice de fadiga são dependentes da maturação biológica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo observacional transversal com amostra composta por 38 jogadoras de voleibol, sendo 20 meninas (idade: 11.6 ± 2.1 anos) e 18 mulheres (idade: 24.5 ± 5.5 anos). O tamanho amostral foi determinado a partir de um estudo piloto com nove meninas e nove mulheres, a variável analisada foi a potência média medida a partir do RAST test (Runnig anaerobic Sprint test). Assim, identificamos um effect size de 2.5 (d-cohen), então com o auxílio do software G*Power (Version 3.1, Düsseldorf, Germany), consideramos um $\alpha = 0.05$ e um $\beta = 0.8$. Desta forma, foi apontado um tamanho amostral mínimo de seis sujeitos por grupo (mulheres x meninas) (t crítico: 2.1. Power: 0.80).

Todas as participantes foram recrutadas no mesmo clube localizado na cidade Natal-Brasil.

As meninas eram integrantes da equipe de iniciação esportiva e como critérios de inclusão adotamos ter idade entre 8 e 16 anos.

As mulheres eram jogadoras de voleibol a nível regional e estavam em pré-temporada (sem realizar treinamentos de rotina), como critérios de inclusão adotamos ter idade igual ou >18 anos. Em adição, para ambos os grupos adotamos o critério de inclusão de ter frequência de treinamento mínima de duas sessões semanais (60 min / sessão) nos seis meses que antecedessem a pesquisa.

Para todas as participantes adotamos como critérios de exclusão: (1) Fazer uso de algum fármaco que pudesse interferir com a recuperação autonômica cardíaca; (2) Fazer uso de algum suplemento que pudesse agir como estimulante (e.g., cafeína e taurina); e (3) Ter sofrido alguma lesão musculoesquelética nos seis meses que antecedessem a pesquisa.

Considerações éticas

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal

do Rio Grande do Norte / Brasil (ID: 58796922.6.0000.5537) e seguiu as normas da declaração de Helsinki (Johannes, Van delden, van der Graaf, 2017). O projeto do presente estudo foi disponibilizado publicamente na plataforma Open Science Framework Registries (DOI: DOI 10.17605/OSF.IO/HNA39). Todos os participantes e seus respectivos tutores (no caso dos menores de idade) foram apresentados a todos os procedimentos da pesquisa e os que concordaram em participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento (assentimento) livre e esclarecido.

Cegamento

Os avaliadores não sabiam os estágios de maturação biológica das meninas que participaram do estudo, assim como, as participantes. O pesquisador principal não teve acesso a coleta dos dados de desfecho. Por fim, as análises estatísticas foram realizadas de forma “cega” por um colaborador externo a pesquisa.

Procedimentos

Para dar prosseguimento a pesquisa a equipe foi formada por pesquisadores da área do esporte, não foi necessário um profissional da pediatria para as análises da maturação biológica, já que os métodos de análise da maturação eram todos somáticos com base nos dados de antropometria das jovens atletas. Vinte e quatro horas após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido realizamos as avaliações de caracterização amostral (antropometria, frequência cardíaca e pressão arterial de repouso), os testes de salto para determinar o ciclo-alongamento-encurtamento de membros inferiores e o teste de capacidade anaeróbica.

Antropometria

Com os participantes descalços e usando roupas leves, a massa corporal foi medida usando uma balança digital Filizola® com capacidade de 150 kg e uma variação de 0,10 kg (São Paulo, Brasil). A estatura foi determinada por um estadiômetro Sanny® (precisão de 0,1 mm) (São Paulo, Brasil). Para tais procedimentos, usamos os protocolos da Sociedade Internacional para o Progresso da

Cineantropometria (ISAK) (Silva e Vieira, 2020). Todas as avaliações foram realizadas por um único examinador e para o erro técnico das medidas antropométricas intra-observador, adotamos $\leq 1.0\%$ como uma margem aceitável (Perini e colaboradores, 2005).

Pressão arterial e frequência cardíaca de repouso

Para fins de caracterização amostral, a pressão arterial em repouso foi aferida por um único avaliador com ampla experiência. A participante ficou em repouso por 10 minutos, sentada em uma cadeira confortável com encosto para as costas, com os joelhos posicionados a 90° . Em seguida, o avaliador utilizou um esfigmomanômetro manual (BIC®, São Paulo, Brasil) com um estetoscópio (Premium®, São Paulo, Brasil) para aferir a pressão arterial (sistólica e diastólica). A HR de repouso foi verificada com o auxílio de um oxímetro portátil (G-Tech®, São Paulo Brasil), posicionado no dedo indicador da mão esquerda da avaliada, o percentual de saturação sanguínea em repouso também foi adquirido.

Maturação biológica

Nas meninas participantes do presente estudo, o estágio de maturação biológica foi avaliado pelo modelo matemático proposto por Moore e colaboradores, (2015), para determinar o pico de velocidade de altura (PHV) a partir do maturity offset em meninas com idades entre oito e 16 anos. O modelo matemático consiste em: Maturity offset in females = $-7.709133 + [0.0042232 \times (\text{Age}_{(\text{years})} \times \text{Stature}_{(\text{Cm})})]$. Após a equação é possível classificar o estágio de PHV em early (resultados >1), circum (resultados entre -1 e 1) e late (resultados <-1).

Ciclo-alongamento-encurtamento

Para determinar o ciclo-alongamento-encurtamento (CAE) de membros inferiores utilizamos os testes de salto vertical contramovimento (CMJ) e de salto vertical (SJ). Mediante as recomendações de Bosco e colaboradores, (1982), para tal utilizamos uma plataforma com sistema de interrupção (Cefise®, São Paulo, Brasil). Para determinar o CAE subtraímos a altura em centímetros do SJ de CMJ.

Teste de capacidade anaeróbica

O teste de capacidade anaeróbica foi realizado no período da tarde (temperatura ambiente de 28°C) em uma pista oficial de atletismo. Deste modo utilizamos o Running Anaerobic Sprint Test (RAST), que consistiu na realização de 6 sprints horizontais máximos em uma distância de 35m, com intervalos de descanso pasivo de 10-s entre cada sprint (De Andrade et al., 2014). Através do tempo em segundos de cada sprint, calculamos a potência de cada sprint através do modelo matemático (Draper & Whyte, 1997): Potência (Watts) = [Peso (Kg) × Distância (m)²] ÷ Tempo (seg)³. A partir disso determinamos a potência máxima, média e mínima. A potência relativa foi determinada pela divisão da potência média pelo peso corporal (W/Kg). Através destas variáveis calculamos o índice de fadiga pelo modelo matemático (Draper & Whyte, 1997): Índice de Fadiga (watts/seg) = (Potência máxima - Potência mínima) ÷ Tempo (seg) total para os 6 sprints. Analisamos o tempo de sprint com o auxílio de um kit de fotocélulas automatizado (Cefise®, São Paulo, Brasil).

Análises estatísticas

A normalidade dos dados foi testada pelos testes de Shapiro-Wilk, Z-score de

assimetria e curtose (-1.96 a 1.95) e por plotagem do tipo QQ-line. Antes de todas as análises comparativas aplicamos a correção de Bonferroni. As comparações entre grupos (girls Vs. women) foram realizadas por meio do teste "U de Mann-Whitney" para amostras independentes, o tamanho do efeito entre as diferenças foi verificado pelo teste Cohen-d, considerando a magnitude de Cohen (1992) supracitada. As sub análises considerando os estágios de maturação biológica no grupo de meninas (early-PHV × circum-PHV × late-PHV) foram feitas pelo teste de Kruskal-Wallis, as diferenças pontuais foram verificadas pelo post-hoc de Bonferroni. As correlações foram realizadas pelo teste do coeficiente "Rho" de Spearman, usamos a magnitude (Schober, Boer e Schwarte, 2018): Insignificante: r < 0.10; Fraca: r = 0.10-0.39; Moderada: 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 software JASP® (Version 0.15.0.0; University of Amsterdam, Holland) considering p < 0.05.

RESULTADOS

A tabela 1 expõe as características da amostra analisada em relação a carga de treinamento, ao perfil antropométrico e variáveis hemodinâmicas.

Tabela 1 - Caracterização amostral.

Variáveis	Meninas (n: 20)	Mulheres (n:18)
Maturação biológica		
Early-PHV (n)	06 (30 %)	-----
Circum-PHV (n)	06 (30 %)	-----
Late-PHV (n)	08 (40 %)	-----
	Mediana (Mínimo; Máximo)	
Carga semanal de treinamento (dias)	2.00 (2.0; 4.0)	2.00 (2.0; 5.0)
Carga diária de treinamento (min)	1.00 (1.0; 2.0)	1.50 (1.0; 4.0)
Estatura (cm)	150 (127; 166)	167 (150; 184)
Peso (Kg)	41.0 (24.0; 70.2)	64.2 (47.0; 76.0)
Maturação biológica (PHV)	-0.54 (-3.30; 2.70)	-----
Índice de massa corporal (kg/m ²)	19.1 (14.9; 26.1)	22.5 (17.1; 30.0)
Frequência cardíaca de repouso (bpm)	98.0 (58.0; 118)	74.5 (64.0; 98.0)
Saturação sanguínea de repouso (%)	98.0 (96.0; 100)	99.0 (97.0; 100)
Pressão arterial sistólica (mmhg)	100.0 (80.0; 111)	100.0 (90.0; 120)
Pressão arterial diastólica (mmhg)	70.0 (60; 90)	77.0 (58; 90)

Cm: Centímetros. Kg: Quilogramas. Kg/m²: Quilogramas por metros quadrados. PHV: Peak Height Velocity. (n): Número absoluto. (bpm): Batidas por minuto. (%): Percentual. (mmhg): Milímetros de mercúrio. RST: Treinamento de sprints repetidos. (s): Segundos.

A tabela 2 expõe a comparação de meninas e mulheres referente ao ciclo alongamento e encurtamento e a capacidade anaeróbica. Observamos que as mulheres em comparação com as meninas tiveram um resultado superior em relação a potência pico

($p < 0.001$; Effect size: 2.6) média ($p < 0.001$; Effect size: 3.5) mínima ($p < 0.001$; Effect size: 2.8) relativa ($p < 0.001$; Effect size: 1.8) e CAE ($p: 0.03$; Effect size: 1.1), e no índice de fadiga o das meninas foi melhor ($p < 0.001$; Effect size: 1.9).

Tabela 2 - Comparações entre meninas e mulheres em relação ao ciclo alongamento encurtamento e a capacidade anaeróbica.

Variable	Girls (n = 20)	Women (n = 18)	Effect size		p
	Median (Interquartile Ranger)		Cohen-d	CI 95%	
CAE	0.2 (2.4)	1.8 (2.2) *	0.5	0.2; 1.1	0.03
Potência pico (Watts)	154.4 (120.3)	3337.6 (62.9) *	1.8	0.9; 2.6	<0.001
Potência média (Watts)	114.0 (71.8)	250.3 (30.6) *	2.5	1.5; 3.5	<0.001
Potência mínima (Watts)	76.2 (38.3)	169.4 (57.3) *	1.9	1.0; 2.8	<0.001
Potência relativa (Watts/Kg)	3.5 (0.8)	5.4 (1.4) *	1.1	0.4; 1.8	<0.001
Índice de fadiga (Watts / s)	1.6 (1.7)	4.2 (2.4) *	1.2	0.4; 1.9	<0.001

CAE: Ciclo alongamento encurtamento. (s): Segundos. Análises: * Superioridade estatística. Teste "U" independente de Mann-Whitney.

Tabela 3 - Comparações entre os estágios de PHV em relação ao ciclo alongamento encurtamento e a capacidade anaeróbica.

Variable	Early-PHV (n = 06)	Circum-PHV (n = 06)	Late-PHV (n = 08)	p
	Median (Interquartile Ranger)			
CAE	0.0 (0.4) †	1.6 (3.0) †	-1.1 (1.6)	0.02
Potência pico (Watts)	256.4 (87.4) *	171.3 (31.9) †	105.7 (32.9)	<0.001
Potência média (Watts)	157.1 (54.6) *	120.3 (32.6) †	78.6 (25.2)	<0.001
Potência mínima (Watts)	91.2 (27.5) *	85.5 (29.6) †	54.6 (25.9)	<0.001
Potência relativa (Watts/Kg)	4.8 (0.5) *	3.5 (0.4)	3.5 (0.4)	0.003
Índice de fadiga (Watts / s)	3.9 (1.7) *	1.7 (0.2) †	0.9 (0.2)	<0.001

CAE: Ciclo alongamento encurtamento. (s): Segundos. †: Superior a Late-PHV. *: Superioridade estatística a ambos os grupos. Análises: Teste de Kruskal-Wallis.

De acordo com a comparação da tabela 3 quanto mais maturada, mais potência pico, média, mínima e relativa às meninas tinham em comparação com o outro grupo de PHV. Ou seja, early apresentava mais potência

que o Circum, e o Circum apresentava mais potência em relação ao late PHV. O índice de fadiga entre os grupos, as mais maturadas apresentaram um índice de fadiga maior em relação às menos maturadas.

Tabela 4 - Correlações da maturação biológica com o ciclo alongamento encurtamento e com a capacidade anaeróbica.

Variable	Maturação Biológica (20 Girls)	p
	Spearman Rho	
CAE	0.272	0.3
Potência pico (Watts)	0.854 *	<0.001
Potência média (Watts)	0.853 *	<0.001
Potência mínima (Watts)	0.453 *	<0.05
Potência relativa (Watts/Kg)	0.480 *	<0.05
Índice de fadiga (Watts / s)	0.854 *	<0.001

CAE: Ciclo alongamento encurtamento. (s): Segundos. *: estatisticamente significativo. Análises: Correlação de Spearman.

Como apresentada na tabela 4 a correlação da maturação biológica com o ciclo alongamento e encurtamento com a capacidade anaeróbica. observamos que a potência pico e a potência média teve uma correlação alta com a maturação, e o índice de fadiga também. A CAE potência mínima e a potência relativa apresentaram uma baixa correlação com a maturação biológica das meninas.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve os objetivos de (i) comparar a capacidade anaeróbica e o índice de fadiga entre meninas e mulheres praticantes de voleibol. (ii) comparar a capacidade anaeróbica e o índice de fadiga entre meninas praticantes de voleibol em estágios de maturação pre, circum e post PHV. Nossos achados confirmam nossa hipótese de que a capacidade anaeróbica e o índice de fadiga são dependentes da maturação biológica.

Capacidade anaeróbica e maturação

Em nossos resultados foi verificado que a capacidade anaeróbica teve relação com a maturação, como sabemos a capacidade anaeróbica refere-se à capacidade do organismo de produzir energia sem o uso de oxigênio durante uma atividade física de alta intensidade (Maior, 2011).

Segundo Malina (2015) em crianças e adolescentes, a capacidade anaeróbica é geralmente menor em comparação com adultos devido à diferença no desenvolvimento físico e na aderência do sistema cardiovascular e muscular. Isso ocorre porque o desenvolvimento do sistema cardiovascular, que é responsável pelo transporte de oxigênio e nutrientes para os músculos, ainda não está completamente desenvolvido em crianças e adolescentes (Malina, 2004).

De acordo com Mroczek e colaboradores, (2014), em atletas de voleibol de diferentes faixas etárias a potência anaeróbica avaliada por testes de sprints repetidos se relaciona com as ações do jogo devido a característica intermitente da modalidade que além de sprints engloba saltos (bloqueio e ataque) e movimentos repetidos de quadra de alta intensidade.

Assim como, ocorre em uma ação de Sprint e salto que acontece o ciclo alongamento

encurtamento, que se caracteriza como pela execução de uma contração muscular excêntrica para potencializar a contração muscular concêntrica que acontece em sequência, isso é usado para uma melhor eficiência do sistema neuromuscular em produzir força (Gantois e colaboradores, 2017).

Além disso, em atletas pediátricos em processo de maturação biológica, a massa muscular e a força estão na fase de desenvolvimento, sendo assim o processo de maturação desencadeia mudanças morfológicas que podem estar associadas a eficiência do ciclo alongamento encurtamento. Que diverge dos nossos achados que mostra que o Ciclo alongamento encurtamento mostrou baixa correlação com a maturação biológica. Mas justifica pelo tamanho das amostras e distribuição de cada estágio de maturação, onde estavam mais crianças em estágios pré PHV.

Um estudo realizado por Meyla e colaboradores, (2012) mostrou que durante a ação de salto há maior variabilidade durante a fase excêntrica do movimento, principalmente para os jovens com maturação tardia, que nesse estágio exige um forte controle motor durante a ação, assim, os mais imaturos seriam afetados negativamente em relação aos mais maduros. Ou seja, jovens quanto mais tardio em relação ao estágio maturacional terá menos eficiência no ciclo alongamento-encurtamento. Que o mesmo autor sugere que durante essa fase precisa se trabalhar o controle motor.

E como foi observado em nossos resultados a adolescentes e mulheres que já se encontravam em estágio mais avançados ou maduras tiveram uma melhor eficiência na CAE por que fisiologicamente explicando, quanto mais maduro maior o aumento na capacidade e eficiência das enzimas anaeróbicas, que tem uma maior reserva de energia disponível para atividades intensas (Kaczor e colaboradores, 2005).

Segundo Malina e colaboradores, (2015) uma criança com maturação acelerada tem um sistema neuromotor mais maduro do que uma criança com maturação atrasada, o que pode favorecer vantagens no desempenho atlético.

Isso é explicado como crianças em estágios tardios da maturação tem uma maior capacidade para realizar exercícios aeróbicos por que tem mais enzimas aeróbicas em relação a jovens maduros que possuem mais

eficiência no armazenamento e produção de enzimas anaeróbicas (Malina, 2004).

Um estudo que corrobora com o que foi dito foi o de Bouguezzi (2018) que foi verificado em sua pesquisa que jovens atletas em estágio tardio de maturação sobre exposição de treinamento anaeróbico de pliometria não teve efeito adicional em seu desempenho atlético.

Por tanto, é provável que os fatores maturacionais influencie de maneira significativa os métodos de treinos, como resposta deixando menos adaptável aos treinamentos intensos e anaeróbicos em jovens pré púberes (Dantas e colaboradores, 2020).

Segundo Lopes e colaboradores, (2019) os esforços que são realizados durante o jogo de voleibol são feitos em intervalos breves, espaçados por pequenas pausas. E o mesmo autor identificou no seu estudo que mesmo com a contribuição de várias vias energéticas, o período ativo durante uma partida de voleibol é classificado principalmente como anaeróbico alático devido à duração do jogo, e nos períodos de recuperação é distinguido pelo domínio da via aérea oxidativa.

De acordo com Almeida e colaboradores, (2019) as valências físicas como força e potência em membros superiores e inferiores, em crianças mais maturadas apresentam melhores resultados que as demais nos outros estágios de maturação.

A variável de potência pode ter uma mudança de comportamento devido os acontecimentos durante a puberdade, causando um desequilíbrio motor e fisiológico, como: o ganho de massa muscular e aumento da estatura (Almeida e colaboradores, 2019).

Segundo Tozetto e colaboradores (2012) a massa magra muscular pode favorecer a produção de força e potência dela no sistema anaeróbico de energia. Isso é consiste com vários processos fisiológicos e características bioquímicas do desempenho anaeróbico, que mudam ao longo do crescimento, como também é o caso da massa muscular, que aumenta durante o surto de crescimento.

Que durante um sprint, o sistema anaeróbico vira a principal fonte de energia, presumimos que Jovens mais maturados têm uma capacidade anaeróbica mais desenvolvida devido ao maior desenvolvimento muscular e maior armazenamento de glicogênio muscular, Isso pode permitir uma produção de energia mais eficiente durante o sprint.

Ainda assim durante a corrida os níveis de Creatina quinase vão aumentar para atender as demandas de energéticas necessárias para os músculos, esse aumento se dar devido a necessidade de regeneração rápida de ATP para sustentar a atividade muscular intensa e curta duração (Abreu e Rodrigues, 2008, p. 3; Malina, 2009).

A enzima lactato desidrogenase faz parte da via da glicólise anaeróbica, que é a via metabólica responsável pela quebra da lactose para produzir energia quando a disponibilidade de oxigênio é baixa, os níveis de Lactato podem aumentar durante o sprint para atender às demandas de energia do exercício rápido e intenso, o aumento dessa enzima pode estar ligado ao aumento da produção de lactato nos músculos em atividade; Às enzimas anaeróbicas durante o sprint destinam-se a fornecer energia instantânea e sustentar a atividade muscular intensa.

No entanto, a produção de energia anaeróbica é restrito a o acúmulo de metabolitos, que pode resultar em fadiga muscular (McArdle, Katch e Katch, 2010; Powers e Howley, 2017).

As características voltadas a prática do voleibol, são de características intermitente e sabe-se que há uma alta demanda do sistema neuromuscular durante as várias ações da prática, incluindo sprints, saltos e deslocamentos multidirecionais, que ocorrem frequentemente durante o jogo com um curto período de recuperação entre cada ação. Que com essas características intermitentes realizadas repetidas vezes e um tempo prolongado pode gerar a fadiga muscular.

Por tanto presente estudo demonstrou que crianças e adolescente em estágio mais avançados de maturação tem uma correlação forte com o índice de fadiga.

Nesse sentido vai condizer com a literatura que aborda como está relacionado à capacidade do organismo de resistir à fadiga durante a realização de exercícios intensos (Cardoso e colaboradores, 2020; Businari e colaboradores, 2019).

De acordo Powers e Howley (2017), em crianças e adolescentes, o índice de fadiga pode ser influenciado por vários fatores, incluindo o desenvolvimento do sistema neuromuscular, a eficiência do sistema de transporte de oxigênio e nutrientes. Ou seja, em criança menos maturadas tem mais resistência a fadiga devido ter uma boa recuperação

oxidativa por conta da predominância das enzimas aeróbicas.

Durante o exercício, a fadiga ocorre devido a uma combinação de fatores fisiológicos que afetam a capacidade do corpo de continuar a exercer a mesma intensidade ou duração.

Vários processos fisiológicos estão envolvidos na fadiga durante o exercício. que durante o Sprint acontece a depleção de glicogênio, que acontece quando os músculos utilizam glicogênio, que é uma forma de produção de glicose, como fonte de energia, na medida que o exercício se estende, os estoques de glicogênio muscular diminuem.

Com isso no decorrer do exercício de alta intensidade acontece também a produção de metabólitos de subprodutos, uma vez que o acúmulo de metabólitos interferem no funcionamento das fibras musculares e capacidade de contração, e podem causar estresse oxidativo e danos musculares, causando a fadiga muscular (Powers e Howley, 2017).

Em nossos resultados foi verificado que o índice de fadiga tem relação com os estágios maturacionais, isso conforme a literatura pode acontecer devido aos valores de gordura corporal, que podem induzir a queda de rendimento (Sousa, 2019), partindo do que foi dito anteriormente que conforme o aumento da gordura corporal, o desempenho tende a ser pior e conseqüentemente maior o índice de fadiga.

A gordura quando em excesso pode comprometer o desempenho de atletas.

Da mesma forma a potência anaeróbica pode sofrer uma queda de rendimento nos treinamentos ou até mesmo nos jogos devido aos valores de gordura estar altos desfavorecendo a prática esportiva e desempenho atlético.

E como sabemos com o avançar da maturação biológica o corpo do adolescente tende a ter um aumento de massa gorda que pode influenciar nos seus valores de gordura corporal e desempenho (Fortes e colaboradores, 2013).

É importante ressaltar que a capacidade anaeróbica e o índice de fadiga podem variar entre indivíduos da mesma faixa etária devido a fatores como o nível de condicionamento físico, genética e treinamento específico (Malina, 2023).

Através de um treinamento adequado e possível melhorar a capacidade anaeróbica e a

resistência a fadiga durante o exercício em crianças e adolescentes (Malina, 2023).

No entanto é importante que o professor tenha conhecimento desses fatores para garantir a segurança e o bem-estar de seus atletas.

Aplicabilidade Prática

Em conjunto nosso estudo apresenta (i) a importância de avaliar o progresso maturacional dos atletas para treinadores e profissionais do esporte durante a seleção e treinamento atlético de jovens atletas; (ii) Jovens atletas em estágios tardios de maturação, necessitam da parte coordenativa e técnica do esporte, e manusear a parte física com cautela como implantar exercícios globais; (iii) atletas em estágios de maturação circum, são capazes de exercitar o coordenativo e técnica, e também o tático e o físico.

CONCLUSÃO

O presente estudo permite concluir que existe uma relação na dependência da potência anaeróbica com os estágios maturacionais durante a puberdade.

E que quanto mais maduro for o adolescente mais potência anaeróbica, ele irá produzir durante um Sprint, ou ação durante o jogo de voleibol.

E de acordo com os nossos resultados existe uma relação da maturação biológica com a fadiga de meninas e mulheres praticantes de voleibol.

Acknowledgments

For your support and encouragement for the development of this academic article, we thank the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), the Physical Activity and Health (AFISA) research base. The National Council for Scientific Development (CNPQ) and the Higher Education Personnel Improvement Coordination (CAPES). We thank the "blood center" Dalton Cunha - Hemonorte, Natal/Brazil for the support and support to this research.

Author's contributions:

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Data Availability: The database for this study is publicly available at: <https://figshare.com>, under the Doi: 10.6084/m9.figshare.23290208.

REFERÊNCIAS

- 1-Abreu, H.C.L.; Rodrigues, N. Efeitos da atividade física intensa no crescimento de crianças na fase escolar inicial. *Novo Enfoque*. Vol. 6. Núm. 6. 2008.
- 2-Almeida, G.D.; Almeida, G.D.; Silva Santana, R.M.; Joao, P.A.V. Influência da maturação nas valências físicas de meninos e meninas praticantes de Voleibol. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 13. Num. 86. 2019. p. 963-970.
- 3-Bojikian, J.C.M.; Bojikian, L.P. Ensinando voleibol. *Phorte*. 2023.
- 4-Borges, J. H.; e colaboradores. Os efeitos do sprint resistido vs. treinamento pliométrico no desempenho do sprint e na habilidade do sprint repetido durante as semanas finais da temporada de futebol juvenil. *Ciência e Esportes*. Vol. 31. Num. 4. 2016. p. e101-e105.
- 5-Businari, G.B.; Ornelas, F.; Rodrigues, D.B.; Meneghel, V.; Ribeiro, A.L.B.; Dantas, R.; Rocha, A.A.; Lopes, C.R.; Moreno, M.A.; Braz, T.V. Relação da maturação biológica com variabilidade da frequência cardíaca e resistência intermitente de jovens futebolistas. *R. bras. Ci. e Mov.* Vol. 27. Num. 3. 2019. p. 76-83.
- 6-Cardoso, F.; Cardoso, M.F.S.; Siqueira, O.D.; Garlipp, D.C. A maturação biológica de atletas de Futebol e seus efeitos sobre variáveis condicionantes. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 13. Num. 85. 2020. p. 838-851. Recuperado de <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/artic le/view/1798>
- 7-Cohen, J. Quantitative methods in psychology: A power primer. *Psychol. Bull.* Num. 112. 1992. p. 1155-1159. Doi:10.1037/0033-2909.112.1.15.
- 8-Fortes, L.S.; Almeida, S.S.; Ferreira, M.E.C. Insatisfação corporal e maturação biológica em atletas do sexo masculino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. Vol. 27. Num. 2. 2013. p. 297-303. <https://doi.org/10.1590/S1807-5509201300020001>
- 9-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*. Vol. 19. Num. 3. 2017. p. 331-342.
- 10-Goes, J.C.B.; Araujo, G.H.O.; Peserico, C.S. Avaliação do desempenho físico, monitoramento da carga interna de treinamento e da tolerância ao estresse de corredores velocistas durante o período preparatório geral. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 17. Num. 107. 2023. p. 42-54. Recuperado de <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/artic le/view/2676>
- 11-Johannes, J.; Van Delden.; van der Graaf, R. Revised CIOMS international ethical guidelines for health-related research involving humans. *Jama*. Vol. 317. Num. 2. 2017. p. 135-136. Doi: 10.1001/jama.2016.18977.
- 12-Johnson, T.M.; Brown, L.E.; Coburn, J.W.; Judelson, D.A.; Khamoui, A.V.; Tran, T.T.; Uribe, B.P. Effect of four different starting stances on sprint time in collegiate volleyball players. *Journal of strength and conditioning research*. Vol. 24. Num. 10. 2010. p. 2641-2646. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f159a3>
- 13-Kaczor, J.; Ziolkowski, W.; Popinigis, J. Atividades de enzimas anaeróbicas e aeróbicas no músculo esquelético humano de crianças e adultos. *Pediatr Res*. Num. 57. 2005. p. 331-335. <https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000150799.77094.DE>
- 14-Lopes, J.A.; Silva, K.A.; Pazetto, N.F.; Rocha, M.A.; Stanganelli, L.C.R. Análise temporal no Voleibol masculino: contribuição dos sistemas energéticos a partir da relação esforço/pausa na dinâmica intermitente do jogo. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 13. Num. 82. 2019. p. 234-240.

- 15-Maior, A.S. Fisiologia dos exercícios resistidos. Phorte Editora. 2011.
- 16-Malina, R.M. Crescimento e maturação. Futebol: Desenvolvendo Artistas de Elite. 329. 2023.
- 17-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. Vol. 49. Num. 13. 2015. p. 852-859.
- 18-Malina, R.M. Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. Clin J Sport Med. Vol. 16. Num. 6. 2006. p. 478-487.
- 19-Malina, R.M.; Bouchard, C.; Bar-Or, O. Growth, maturation, and physical activity. Human Kinetics, Leeds. 2004. p. 399-411.
- 20-McArdle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano. Lippincott Williams & Wilkins. 2010.
- 21-Moore, S.A.; McKay, H.A.; Macdonald, H.; Nettlefold, L.; Baxter-Jones, A.D.; Cameron, N.; Brasher, P.M. Enhancing a somatic maturity prediction model. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 47. Num. 8. 2015. p. 1755-1764. DOI: 10.1249/MSS.000000000000588.
- 22-Mroczek, D. e colaboradores. Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 28. Num. 8. 2014. p. 2297- 2305.
- 23-Newton, R.; Kraemer, W. Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. Journal of Strength and Conditioning Research, Colorado Springs. Vol. 16. Num. 5. 1994. p. 20-29.
- 24-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, Num. 11. 2005. p. 81-85. Doi:10.1590/S1517-86922005000100009.
- 25-Priess, F.G.; Goncalves, P.S.; Santos, A.P.M. Metodologia do voleibol. Porto Alegre: Sagah, 2018.
- 26-Powers, S.K.; Howley, E.T. Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance. 10th edition. McGraw-Hill Education. 2017.
- 27-Silva, V.S.D.; Vieira, M.F.S. International society for the advancement of kinanthropometry (Isak) global: International accreditation scheme of the competent anthropometrist. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. Num. 22. 2020. Doi: 10.1590/1980-0037.2020v22e70517
- 28-Sousa, S.; Andrade, E.; Marangoni, M.A. Relações entre potência muscular e composição corporal. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. Vol. 12. Num. 79. 2019. p. 1045-1051. Recuperado de <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1574>
- 29-Tozetto, A.V.B.; Milistetd, M.; Medeiros, T.E.; Ignachewski, W.L. Desempenho de jovens atletas sobre as capacidades físicas, flexibilidade, força e agilidade. Cinergis. Vol. 13. Num. 2. 2012. p. 47-54.

Recebido para publicação em 02/04/2024
Aceito em 13/09/2024