

Comportamento da capacidade aeróbica máxima durante a temporada/2023 de jovens atletas de handebol do Rio de Janeiro

Behavior of maximum aerobic capacity of young handball athletes from Rio de Janeiro during the 2023 season

Pablo Rodrigo de Oliveira Silva^{1,2} , Ricardo Gonçalves Cordeiro^{3,4,5} ,
Emanuel Clemente de Oliveira² , Juliana de Alcantara Silva Fonseca¹ 

1. Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

2. Centro Universitário São José, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

3. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

4. Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

5. Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

Introdução: A capacidade aeróbica máxima (VO_{2max}) é essencial para o desempenho no handebol, pois participa do metabolismo aeróbico que atua nas alternâncias de estímulos que essa modalidade exige. No entanto, poucos estudos na literatura investigaram o VO_{2max} ao longo da periodização, principalmente em atletas jovens. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo analisar o comportamento do VO_{2max} durante uma temporada competitiva de uma equipe feminina de handebol. **Métodos:** Durante 41 semanas (microciclos), atletas jovens de handebol do Clube Esportivo Suzano Costa – (CESC-RJ) (n: 21; $16,8 \pm 0,7$ anos; $66,8 \pm 8,7$ kg; $167,0 \pm 0,07$ cm; $24,0 \pm 2,0$ kg/m²) realizaram o teste de campo Yo-Yo intermitente de recuperação nível 1 (YoYo IR1) em 4 momentos: antes do microciclo 1, no final do microciclo 8 da pré-temporada, no meio do microciclo 24 e próximo ao final do microciclo 39 do período competitivo. O comportamento do VO_{2max} foi analisado por meio de ANOVA de medidas repetidas unidirecional, seguido do teste post hoc de Bonferroni. O nível de probabilidade foi estabelecido em $p < 0,05$. **Resultados:** Foi observado aumento significativo do VO_{2max} ($F = 16,2$; $p < 0,0001$; post hoc = $p < 0,05$) entre os momentos 1 ($45,1 \pm 3,4$ mL.kg⁻¹.min⁻¹) vs. 2, 3 e 4 ($50,7 \pm 3,7$ vs. $51,1 \pm 3,0$ vs. $50,6 \pm 3,0$ mL.kg⁻¹.min⁻¹, respectivamente). **Conclusão:** Foi possível verificar o aumento do VO_{2max} após a pré-temporada e sua manutenção em jovens atletas de handebol durante a temporada de 2023.

Palavras-chave: atletas; VO_{2max} ; handebol; alto rendimento.

ABSTRACT

Introduction: Maximum aerobic capacity (VO_{2max}) is essential for handball performance, as it participates in the aerobic metabolism that acts on the alternation of stimuli that this modality requires. However, few studies in the literature investigated VO_{2max} throughout the periodization, especially in young athletes. **Aime:** This study aimed to analyze VO_{2max} behavior during a competitive season of a women's handball team. **Methods:** During 41 weeks (microcycles), young female handball athletes from Clube Esportivo Suzano Costa – (CESC-RJ) (n: 21; 16.8 ± 0.7 years; 66.8 ± 8.7 kg; 167.0 ± 0.07 cm; 24.0 ± 2.0 kg/m²) performed the Yo-Yo intermittent recovery level 1 field test (YoYo IR1) at 4-time points: before microcycle 1, at the end of microcycle 8 of the pre-season, in the middle of microcycle 24 and near the end of microcycle 39 of the competitive period. VO_{2max} behavior was analyzed with one-way repeated measures ANOVA, followed by Bonferroni's post hoc test. The probability level was set at $p < 0.05$. **Results:** Significant increase in VO_{2max} was observed ($F = 16.2$; $p < 0.0001$; post hoc = $p < 0.05$) between moments 1 (45.1 ± 3.4 mL.kg⁻¹.min⁻¹) vs. 2, 3 and 4 (50.7 ± 3.7 vs. 51.1 ± 3.0 vs. 50.6 ± 3.0 mL.kg⁻¹.min⁻¹, respectively). **Conclusion:** It was possible to verify the increase in VO_{2max} after the pre-season and its maintenance in young handball athletes during the 2023 season.

Keywords: athletes; VO_{2max} ; handball; high performance.

Introdução

O handebol é uma modalidade esportiva que abrange diversas capacidades físicas como agilidade, força explosiva, potência e resistência anaeróbia, velocidade de deslocamento, velocidade de reação e resistência aeróbia [1]. Póvoas *et al.* [2] relatam que o metabolismo aeróbico é o de maior predominância no esporte, que tem como características a alternância de estímulos de alta intensidade com períodos de recuperação.

O melhor indicador da capacidade aeróbia é o consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), pois reflete o volume máximo de oxigênio que o organismo capta, transporta e utiliza [3]. Quanto maior o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, maior é o condicionamento aeróbio de um indivíduo [4]. Estudos demonstram que uma capacidade aeróbica altamente desenvolvida parece ser importante para reduzir as demandas cardiocirculatórias e otimizar desempenho durante partidas de handebol [5,6].

Durante a temporada esportiva, as capacidades físicas podem variar seus desempenhos [7,8]. Uma periodização é o processo de organização das capacidades físicas e cargas de trabalho durante uma temporada. Através de uma periodização é possível programar períodos ou sessões de treino para aquisição de performance ou para recuperação do atleta. Diferentes são os modelos de periodização, destacando-se a clássica, em blocos, por cargas seletivas e de microciclos autoestruturados [9-11].

Os estudos científicos envolvendo jovens atletas e em grande parte das modalidades esportivas femininas são escassos em estudos randomizados e controlados, em especial sobre a capacidade aeróbia máxima. Até onde se sabe, poucos estudos explicam claramente como ocorre a dinâmica das qualidades físicas durante uma temporada competitiva de handebol. Alguns estudos demonstraram aumentos significativos no $\text{VO}_{2\text{máx}}$ sobre um período de treinamento físico em competições de handebol profissional [2,12]. Vale ressaltar que diferentes tipos de periodização de treinamento (tradicional vs. bloco) proporcionam efeitos similares com aumentos significativos sobre o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ em atletas de elite da primeira divisão espanhola [12].

O $\text{VO}_{2\text{máx}}$ é uma das variáveis fundamentais para traçar o perfil do condicionamento aeróbio de cada posição de jogo, para conhecer o estado de saúde e acompanhar o desempenho do atleta. Portanto, entender como o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ se comporta, durante uma temporada, sobre efeitos do treinamento físico torna-se importante, visto que através deste monitoramento, os treinadores e preparadores físicos podem realizar prescrição de treinos mais efetivas e acompanhar as adaptações ocorridas [13].

Considerando o exposto acima, o objetivo do estudo foi analisar o comportamento do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ durante um seguimento na temporada de 2023 da categoria juvenil (atletas até 18 anos de idade) de uma equipe de handebol.

Métodos

Caracterização das participantes

Participaram do estudo 21 indivíduos do sexo feminino. Todas eram atletas de handebol da mesma equipe, de nível nacional. Algumas atletas tinham passagem por seleções brasileiras cadete e juvenil. As atletas treinavam cinco vezes por semana, totalizando 12 horas de treino semanais. Este estudo foi aprovado por comitê de ética do Centro Universitário Augusto Motta (CAAE: 55815522.7.0000.5235) e a pesquisa seguiu as orientações da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os responsáveis das atletas deram seu consentimento informado por escrito antes da participação

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídas atletas do sexo feminino com idade entre 15 e 18 anos com liberação médica para a prática de exercícios físicos. As atletas deveriam participar de competições oficiais há pelo menos um ano. Não participaram do estudo as atletas cujos pais ou responsáveis não autorizaram.

Procedimentos

Foi realizado um estudo de coorte para coletar informações acerca do perfil antropométrico e a realização do teste yo-yo intermittent recovery nível 1 (Yoyo IR1). As avaliações foram realizadas no local de treinamento das atletas.

A temporada foi constituída de 41 semanas (microciclos). Foram realizadas avaliações em 4 momentos: No início (microciclo 1) e no final (microciclo 8) da pré-temporada, no meio (microciclo 24) e próximo ao final (microciclo 39) do período competitivo. Foi utilizado um modelo de periodização com cargas seletivas semelhante ao do estudo de Thiengo *et al.* [14]. Neste tipo de periodização, há uma alternância na ênfase de capacidades físicas, ou seja, diversas capacidades físicas são trabalhadas durante a semana. No entanto, há uma ênfase em uma ou duas capacidades físicas neste microciclo.

Para avaliação da antropometria, foram realizadas as medidas de massa corporal total, estatura e índice de massa corporal (IMC). A massa corporal total foi medida em uma balança (FILIZOLA; capacidade máxima = 300 kg; precisão = 100 g). Todos foram orientados a vestirem roupas leves e a ficarem descalços no momento da medida. A estatura foi medida em uma balança com estadiômetro (FILIZOLA, 0,01 cm, São Paulo, Brasil). A estatura do avaliado foi dada pela distância da planta do pé até o ápice da cabeça (ponto vértex). Para o cálculo do IMC foi utilizada a fórmula: $IMC = \text{Massa Corporal Total} / \text{Estatura}^2$. Os valores estão demonstrados na tabela I.

Tabela I – Caracterização da amostra

Variável	Resultado
Idade (anos)	16,8 ± 0,7
MCT (kg)	66,8 ± 8,7
Estatura (metros)	1,67 ± 0,07
IMC (kg/m ²)	24,0 ± 2,0

MCT = massa corporal total; IMC = índice de massa corporal

O $VO_{2\text{máx}}$ foi indiretamente predito pelo Teste Yo-Yo de Recuperação Intermitente Nível 1 (Yoyo IR1) [15]. O teste consistiu na realização de um percurso em espaço previamente demarcado de 20 metros, com uma área de descanso de cinco metros. O Yoyo IR1 foi ritmado por sinais sonoros, que vão progressivamente aumentando. Esse protocolo é descrito e gravado em um arquivo de áudio. Para iniciar o teste, o atleta se deslocou de uma marca à outra (20 metros de ida) e depois voltou (mais 20 metros); ao completar esse percurso, ele teve 10 s de descanso. A velocidade, determinada pelo ritmo do áudio, é progressivamente aumentada em cada estágio, e o atleta deve chegar ao outro ponto antes do sinal sonoro, que indica o recomeço do teste. O teste foi finalizado quando o atleta não conseguiu alcançar duas marcas seguidas ou foi incapaz de fazer o deslocamento devido ao cansaço físico. O avaliado realizou o maior número de deslocamentos dentro do protocolo de estímulos sonoros, sendo o $VO_{2\text{máx}}$ estimado com base na distância total percorrida pelo atleta, através da fórmula:

$$VO_{2\text{máx}} \text{ (mL.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}\text{)} = ((\text{distância percorrida (metros)} \times 0.0084) + 36.4).$$

Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e os dados são expressos em média e desvio padrão. Foi utilizado o teste de ANOVA para medidas repetidas, com o objetivo de identificar diferenças significativas entre as medidas tomadas nos diferentes períodos e o nível de probabilidade foi fixado em $p < 0,05$. Quando constatada diferença significativa foi utilizado o teste de post-hoc de Bonferroni para verificar entre quais avaliações ocorreram essas diferenças. Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SPSS (IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

Resultados

Foram recrutadas 21 atletas. Ao longo da temporada houve a perda de 1 atleta por lesão, essa não participou da última avaliação. Dentre o grupo analisado, sucederam em diferentes posições (3 goleiras, 8 armadoras, 5 pontas e 5 pivôs).

Os dados (média ± desvio-padrão) referentes as avaliações realizadas durante

a temporada estão demonstradas na tabela II. Foi possível observar diferenças significativas do $VO_{2\text{máx}}$ quando comparado as três últimas avaliações com a primeira. As diferenças (Δ) entre as avaliações (subtração entre cada avaliação 2, 3, 4 e avaliação 1) foi aproximadamente de $\sim\Delta 5.6 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, $\sim\Delta 6.0 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $\sim\Delta 5.5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Houve diferenças estatisticamente significativas no $VO_{2\text{máx}}$ e na distância percorrida entre a primeira e as demais avaliações. Em relação à distância percorrida no teste, houve diferença estatisticamente significativa entre a primeira e as demais avaliações ($p < 0,05$). O valor de F foi de 16,2 ($p < 0,001$; post hoc = $p < 0,05$) para o $VO_{2\text{máx}}$ e de 21,2 ($p < 0,001$; post hoc = $p < 0,05$) para a distância percorrida.

Tabela II – Modificações do consumo máximo de oxigênio predito e da distância percorrida no Teste Yo-Yo de Recuperação Intermitente Nível 1 durante a temporada. Valores de p representam diferença entre Avaliação 1 e as demais

	$VO_{2\text{máx}}$ ($\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	p	Distância percorrida (metros)	p
Avaliação 1	$45,1 \pm 3,4$		$1035,2 \pm 403,8$	
Avaliação 2	$50,7 \pm 3,7$	0,4	$1701,0 \pm 441,1$	0,4
Avaliação 3	$51,1 \pm 3,0$	0,3	$1752,4 \pm 350,3$	0,3
Avaliação 4	$50,6 \pm 3,0$	0,3	$1698,1 \pm 355,2$	0,3

Discussão

O objetivo do presente estudo foi observar modificações no consumo máximo de oxigênio pelo teste intermitente de YoYo ao longo de uma temporada em uma equipe de handebol na categoria de base do sexo feminino. Com finalidade de responder a hipótese aceita, foi verificado o aumento significativo do $VO_{2\text{máx}}$ durante o período de temporada quando comparado com os dados da pré-temporada (baseline).

Durante o período competitivo, os valores do $VO_{2\text{máx}}$ das atletas do presente estudo foram semelhantes ao $VO_{2\text{máx}}$ (em $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) de atletas da liga dinamarquesa [4]. O $VO_{2\text{máx}}$ das atletas dinamarquesas era de $49,6 \pm 4,8$, enquanto os valores médios das atletas da nossa pesquisa variaram entre 50,6 e 51,1. O $VO_{2\text{máx}}$ em atletas adultas uruguaias foi de $35,0 \pm 4,4$ [16], valores inferiores aos das atletas da presente pesquisa.

Durante uma temporada, o ciclo de treinamento anual ou periodização pode ser dividido em período preparatório ou a pré-temporada, período competitivo e período de transição. A pré-temporada tem o objetivo de criar adaptações para que o atleta esteja pronto para performar melhor durante a competição. No início da pré-temporada, os atletas tendem a vir de um período de transição, cujo objetivo é descansar o atleta da temporada anterior [17].

Os valores mais baixos de $VO_{2\text{máx}}$, com diferença significativamente estatística em relação ao $VO_{2\text{máx}}$ do restante da temporada, podem ser explicados pelo período de transição, visto que a equipe ficou, pelo menos, 8 semanas sem treinar desde o final

da temporada anterior. Durante a pré-temporada há um aumento gradual das cargas de trabalho para que o atleta consiga criar adaptações e ter performance ótima nas capacidades físicas imprescindíveis da modalidade esportiva [18].

Durante o período competitivo, o objetivo da periodização nas modalidades esportivas é que o atleta consiga manter suas capacidades físicas em níveis ótimos para que consiga performar durante as diferentes competições da temporada [19]. É comum nos esportes coletivos que algumas competições durem por um período longo, mais de 2 meses. Também é frequente uma equipe participar de duas ou mais competições ao mesmo tempo.

Na presente pesquisa, não houve diferença estatisticamente significativa no $\text{VO}_{2\text{máx}}$ estimado ao final da pré-temporada e durante as duas avaliações realizadas no período competitivo. Isso mostra que o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ se manteve estável durante esse intervalo de tempo. É interessante ressaltar que nesse espaço de tempo a capacidade aeróbia das atletas esteve próxima à de atletas de seleções europeias, $49,6 \pm 4,8 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ [4], que são as maiores potências no esporte.

O $\text{VO}_{2\text{máx}}$ é uma característica fisiológica limitada pelos limites paramétricos da equação de Fick: (volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VE) – volume sistólico final do VE) $\times$ frequência cardíaca $\times$ diferença arteriovenosa de oxigênio [20]. As visões “clássicas” do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ enfatizam a sua dependência crítica do transporte de oxigênio para o músculo esquelético em funcionamento, e este mecanismo cardiopulmonar é melhorado com o treinamento físico principalmente na melhoria na difusão da capacidade hematoalveolar, no volume sanguíneo capilar pulmonar e na difusão do óxido nítrico pulmonar [21]. Além disso, o treinamento físico demonstrou melhorar a expansão das hemácias associada ao aumento do débito cardíaco em correlação com o acréscimo do volume sistólico, bem como, seguido do aumento das câmaras ventriculares com aumento do miocárdio juntamente com a sua complacência, facilitando no volume diastólico final e no volume sistólico [22].

Investigações “contemporâneas” sobre os mecanismos subjacentes à fadiga muscular periférica devido à incompatibilidade entre oferta e demanda energética estão esclarecendo os mediadores locais da fadiga no nível do músculo esquelético, através das vias de sinalização aferentes que comunicam essas condições ambientais ao cérebro e aos locais de integração central do cérebro [23,24]. Esse mecanismo, pode ser explicado pela diminuição do oxigênio no córtex pré-frontal simultaneamente com a diminuição do volume sistólico que irá diminuir a oferta de oxigênio muscular [25]. Contudo, no que se refere a melhoria no controle neuromotor associado ao sistema cardiovascular com o treinamento físico ainda necessita de mais investigações [26].

Atletas de elite têm um $\text{VO}_{2\text{máx}}$ elevado devido principalmente a um alto débito cardíaco de uma grande câmara cardíaca complacente (incluindo o miocárdio e o pericárdio) que relaxa rapidamente e preenche um grande volume diastólico final. Esta grande capacidade de enchimento e ejeção do ventrículo esquerdo permite a preservação da pressão arterial durante taxas extraordinárias de fluxo sanguíneo

muscular e transporte de oxigênio que suportam altas taxas de metabolismo oxidativo sustentado [20]. O aumento do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ com treinamento em atletas de handebol é controverso, um estudo não demonstrou incrementos significativos durante um período de treinamento [27], enquanto outro demonstrou aumento significativo na potência aeróbia máxima, devido ao aumento da massa ventricular e com isso, contribuindo para os mecanismos cardiovasculares no aumento do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ [28].

A importância da melhoria do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ para as atletas de handebol está diretamente associada a melhor performance, conforme demonstrado por Manchado *et al.* [6] com atletas da primeira divisão da liga alemã, com idade média de $25,2 \pm 2,8$ anos. Os autores observaram associação direta entre desempenho e o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ naquelas de mais alta performance. No estudo foi avaliado o padrão de movimentação, incluído o perfil de aceleração dos sprints durante os jogos da liga.

Uma das limitações do estudo é o fato de não terem sido realizadas avaliações da capacidade aeróbia ao final de cada mesociclo, pois seria possível verificar melhor as oscilações do $\text{VO}_{2\text{máx}}$. No entanto, devido ao calendário competitivo, a realização de quatro avaliações da capacidade aeróbia durante a temporada parece ser algo inédito na pesquisa em atletas de handebol nas categorias de base.

Aplicações práticas

Considerando que o handebol é um esporte com predominância aeróbia, conhecer as características fisiológicas das atletas é fundamental para o acompanhamento da performance esportiva durante uma temporada. A capacidade aeróbia tem grande importância para o desenvolvimento do jogo, visto que valores baixos dessa valência física podem influenciar negativamente o rendimento da atleta.

Entender as oscilações das capacidades físicas durante a temporada se torna imprescindível para a elaboração de um planejamento anual. Essas oscilações vão ocorrer durante um macrociclo. Com valores do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ é possível elaborar prescrições mais assertivas e acompanhar o avanço de cada atleta individualmente. Para o desenvolvimento do handebol de alto rendimento, capacidades físicas como agilidade, força explosiva e habilidades de sprints repetidos são imprescindíveis para a performance.

Conclusão

O handebol é uma modalidade esportiva com características intermitentes, alternando estímulos de altas e baixas intensidades, predominando o metabolismo aeróbio. No presente estudo foi verificado que no início da temporada o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ é menor do que nas outras fases de treinamento. Após 8 semanas de treinamento através de uma periodização guiada por cargas seletivas, o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ aumenta significativamente não havendo diferenças ao longo da temporada. Mais estudos são necessários para descrever e comparar completamente as adaptações aeróbicas durante a temporada, além de avaliações relacionadas a diferentes capacidades físicas.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Silva PRO; **Obtenção de dados:** Silva PRO, Oliveira EC, Fonseca JAS; **Análise e interpretação dos dados:** Silva PRO, Cordeiro RG; **Análise estatística:** Silva PRO, Cordeiro RG; **Redação do manuscrito:** Silva PRO, Oliveira EC, Fonseca JAS; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Silva PRO, Cordeiro RG.

Referências

1. Charron J, Garcia JEV, Roy P, Ferland P-M, Comtois AS. Physiological responses to repeated running sprint ability tests: a systematic review. *International journal of exercise science* [Internet]. 2020;13(4):1190–205. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33042370> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC7523911>
2. Póvoas SCA, Castagna C, Resende C, Coelho EF, Silva P, Santos R, et al. Physical and physiological demands of recreational team handball for adult untrained men. *BioMed Research International*. 2017;2017:6204603. doi: 10.1155/2017/6204603.
3. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. *Principles of Exercise Test and Interpretation*. 4th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
4. Michalsik LB, Aagaard P. Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015;55(9):878–91.
5. Povoas SCA, Seabra AFT, Ascensão ANAMR, Magalhães J, Soares JMC, Rebelo ANNC. Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res*. 2012;26(12):3365–75. doi: 10.1519/JSC.0b013e318248aeee
6. Manchado C, Pers J, Navarro F, Han A, Sung E, Platen P. Time-motion analysis in women's team handball: Importance of aerobic performance. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2013;8(2suppl):376–90. doi: 10.4100/jhse.2012.82.06
7. Silva JR. The soccer season: performance variations and evolutionary trends. *Peer J*. 2022;10. doi: 10.7717/peerj.14082. eCollection 2022
8. Alves J, Barrientos G, Toro V, Sánchez E, Muñoz D, Maynar M. Changes in anthropometric and performance parameters in high-level endurance athletes during a sports season. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Mar 9;18(5):2782. doi: 10.3390/ijerph18052782
9. Kataoka R, Vasenina E, Loenneke J, Buckner SL. Periodization: Variation in the Definition and Discrepancies in Study Design. *Sports Med*. 2021;51(4):625–51. doi: 10.1007/s40279-020-01414-5
10. Kiely J. Periodization Theory: Confronting an Inconvenient Truth. *Sports Med*. 2018;48(4):753–64. doi: 10.1007/s40279-017-0823-y
11. Alcalá EP, Garcia AM, Trench MG, Hernández IG, Tarragó i Costa JR, Vargas FS, et al. Training in team sports: Optimising training at FCB. *Apunts Educacion Fisica y Deportes*. 2020;(142):55–66.
12. Manchado C, Cortell-Tormo JM, Tortosa-Martínez J. Effects of two different training periodization models on physical and physiological aspects of elite female team handball players. *J Strength Cond Res*. 2018 Jan;32(1):280–287. doi: 10.1519/JSC.0000000000002259
13. Ilic V, Ranisavljev I, Stefanovic D, Ivanovic V, Mrdakovic V. Impact of body composition and VO₂max on the competitive success in top-level handball players. *Coll Antropol*. 2015;39(3):535–40.
14. Thiengo CR, Talamoni GA, Da Silva RNB, Dos Santos Morceli H, Porfírio JC, Dos-Santos JW. Efeito do modelo de periodização com cargas seletivas sobre capacidades motoras durante um mesociclo preparatório em jogadores de futsal. *Rev Bras Cienc Esporte*. 2013;35(4):1035–50. doi: 10.1590/S0101-32892013000400015
15. Bangsbo J, Iaia M, Krustu P. The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation

of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.* 2008;38(1):37–51. doi: 10.2165/00007256-200838010-00004

16. Parodi-Feye AS, Cappuccio-Díaz ÁD, Magallanes-Mira CA. Effects of inspiratory muscle training on physiological performance variables in women's handball. *J Human Kinet.* 2023;89:101–12. doi: 10.5114/jhk/169366

17. Purdom TM, Levers KS, Ryan GA, Brown L, Giles J, McPherson C. Female soccer periodization on anaerobic power/capacity. *J Strength Cond Res.* 2023;37(12):2405–10.

18. Bressan T., De Wit P., Venera GD., Cruz RM., Nunes EA., Rocha RER. Efeito da periodização de cargas seletivas no desempenho físico e parâmetros hematológicos em jogadores de handball. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.* 2019;13(84):642–51.

19. Borin JP, Gomes AC, Leite GS. Sporting preparation: Aspects of load training control in collective games. *Journal of Physical Education.* 2007;18(2):97–105.

20. Levine BD. VO₂: What do we know, and what do we still need to know? *J Physiol.* 2008;586(1):25–34. doi: 10.1113/jphysiol.2007.147629

21. Dridi R, Dridi N, Govindasamy K, Gmada N, Aouadi R, Guénard H, et al. Effects of endurance training intensity on pulmonary diffusing capacity at rest and after maximal aerobic exercise in young athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(23). doi: 10.3390/ijerph182312359

22. Lundby C, Montero D, Joyner M. Biology of VO₂max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiol.* 2017;220(2):218–28. doi: 10.1111/apha.12827

23. Vella CA, Robergs RA. A review of the stroke volume response to upright exercise in healthy subjects. *Br J Sports Med.* 2005;39(4):190–5. doi: 10.1136/bjsm.2004.013037

24. Joyner MJ, Dominelli PB. Central cardiovascular system limits to aerobic capacity. *Exp Physiol.* 2021;106(12):2299–303. doi: 10.1113/EP088187

25. González-Alonso J, Dalsgaard MK, Osada T, Volianitis S, Dawson EA, Yoshiga CC, et al. Brain and central haemodynamics and oxygenation during maximal exercise in humans. *J Physiol.* 2004;557(1):331–42. PMID: 15004212

26. Colier WMJM, Meeuwse IBAE, Degens H, Oeseburg B. Determination of oxygen consumption at rest. *Revue Medicale de Liege.* 1995;11(16):451–4. PMID: 13359930

27. Jansen R, Schmidtbleicher D, Cabri J. Kardiopulmonale Reaktionen Während Intensiven Krafttrainings bei Männlichen Handballspielern. *Sportverletzung-Sportschaden.* 2007;21(1):15–9. PMID: 17489154

28. Van Buuren F, Mellwig KP, Butz T, Langer C, Prinz C, Fruend A, et al. Left ventricular mass and oxygen uptake in top handball athletes. *Int J Sports Med.* 2013;34(3):200–6. doi: 10.1055/s-0032-1316313

