

Voleibol de Praia: Análise Temporal e Respostas Endócrinas de Atletas de Nível Nacional

Beach Volleyball: Temporal Analysis and Endocrine Responses of National Athletes

Yago Pessoa Costa^{1*} , Fabricio Boscolo Del Vecchio² , Jefferson Muniz de Lima¹ ,
Lúcio Roberto Cançado Castellano¹ , Gilmário Ricarte Batista¹ 

RESUMO

Objetivou-se caracterizar os aspectos temporais e verificar o efeito agudo de um jogo de voleibol de praia na testosterona, cortisol e razão T:C de jovens atletas. Adicionalmente, verificou-se se as respostas hormonais eram diferentes entre bloqueadores e defensores. Participaram 16 atletas masculinos de nível nacional (idade $17 \pm 2,44$ anos). Cada atleta realizou um jogo com regras oficiais, sendo filmado para análise subsequente. Utilizou-se saliva para medir os níveis de testosterona e cortisol, e calcular a razão testosterona/cortisol (razão T:C), utilizando o método ELISA. Assim, comparou-se a concentração desses hormônios no tempo (início do jogo, final do 1º set e final do jogo) e entre as funções. Em média o tempo total de jogo foi 30min e 49s ($\pm 0,01s$), com *rallies* de 6 s ($\pm 01s$) e tempo entre *rallies* de 20s ($\pm 02s$). O cortisol apresentou tendência linear, aumentando ao longo do tempo e a razão T:C demonstrou tendência quadrática, reduzindo ao final do primeiro set e restabelecendo-se ao final da partida. A razão T:C de bloqueadores pré-pos jogo teve efeito trivial, porém negativo ($d = -0,198$). Aproximadamente 30 minutos de voleibol de praia tem efeito na concentração de testosterona, cortisol e razão T:C. Além disso, bloqueadores parecem levemente mais exigidos fisicamente. **PALAVRAS-CHAVE:** Atletas, Marcadores biológicos, Biomarcadores, Desempenho atlético.

ABSTRACT

This study aimed to characterize temporal aspects and verify the acute effect of a beach volleyball game on testosterone, cortisol, and T: C ratio of young athletes. Also, to verify whether the hormonal responses were different between blockers and defenders. Sixteen male athletes of national-level participated (age 17 ± 2.44 years). Each athlete played a game with official rules, being filmed for subsequent analysis. Saliva was used to measure testosterone and cortisol levels and calculate testosterone/cortisol ratio (T: C ratio) using ELISA method. The concentration of these hormones was compared over time (beginning, end of first set, and end of the match) and between functions. Usually, the total match duration was 30min and 49s ($\pm 0.01s$), with rallies of 6 seconds ($\pm 01s$) and time between rallies of 20 seconds ($\pm 02s$). Cortisol showed a linear trend, increasing over time, and T: C ratio showed a quadratic trend, decreasing at the end of the first set and reestablishing at the end of the match. Blockers T: C ratio of pre-post match had a trivial but negative effect ($d = -0.198$). Approximately 30 minutes of beach volleyball affects the concentration of testosterone, cortisol, and T: C ratio. Besides, blockers seem slightly more physically demanding. **KEYWORDS:** Athletes, Biological markers, Biomarkers, Athletic performance.

INTRODUÇÃO

O voleibol de praia se caracteriza como uma modalidade coletiva intermitente, já que intercala esforços de alta e baixa

intensidade (Medeiros et al., 2014). Previamente, investigações acerca da modalidade exploraram indicadores temporais (quantidade de *rallies*, tempo do *rally*, tempo entre *rallies*,

¹Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil.

²Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

*Autor Correspondente: Campus I – Departamento de Educação Física - Lot. Cidade Universitaria, João Pessoa – PB - Brasil, 58051-900; E-mail: yago_pessoa@hotmail.com

Conflitos de interesse: Nada a declarar. **Fonte de financiamento:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001
Artigo recebido em 06/16/2020; aceite em 11/02/2020

tempo total de trabalho e descanso, tempo total do set e do jogo) para descrever a densidade e demanda física exigida pelo jogo (Medeiros et al., 2014). Em comparação ao voleibol *indoor*, ressalta-se que o número reduzido de jogadores e a superfície em areia tornam a execução dos movimentos mais difíceis, trazendo maior complexidade ao jogo (Giatsis et al., 2017).

Do ponto de vista fisiológico, há uma certa escassez na literatura de informações. Previamente, identificou-se que a média da frequência cardíaca durante o jogo foi de 146 bpm (75% da frequência cardíaca máxima) e o lactato aumentou do repouso para o final do primeiro set (~ 0,95 mM para 2,30 mM), mas não houve diferença entre os sets (Magalhães et al., 2011). Posteriormente, os dados relacionados a frequência cardíaca foram corroborados (Jimenez-Olmedo et al., 2017). Isoladamente, tais informações caracterizam a modalidade como predominantemente aeróbia, e de moderada intensidade. Além disso, ao observar a métrica do jogo associando à frequência cardíaca, concluiu-se que bloqueadores tem uma demanda física maior (Nunes et al., 2020).

Embora os parâmetros relacionados a temporalidade, frequência cardíaca, lactato e métrica do jogo sejam importantes, a prática esportiva promove respostas endócrinas (Casto & Edwards, 2016), que é um fator determinante das adaptações relacionadas ao exercício e desempenho esportivo (Sgrò et al., 2014), sendo tais aspectos pouco conhecidos no voleibol de praia. Dentre os biomarcadores dessa natureza, a testosterona é um hormônio sexual secretado pelas células intersticiais dos testículos (Células de Leydig) controladas pelo eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (Oyola & Handa, 2017), com bastante destaque no esporte pela característica anabólica (Vingren et al., 2010) e influência na produção de potência (Cardinale & Stone, 2006; Crewther et al., 2012).

Complementarmente, o cortisol também é investigado, já que é um glicocorticoide secretado pelo córtex supra renal controlado pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (Oyola & Handa, 2017), com característica catabólica (Lee et al., 2017). Ademais, as concentrações de testosterona e cortisol influenciam diretamente o sistema nervoso central e periférico contribuindo para o desempenho neuromuscular (Crewther et al., 2011). Por conseguinte, a razão testosterona/cortisol (T:C) expressa o equilíbrio anabólico/catabólico, ou seja, redução desse marcador parece caracterizar aumento da proteólise ou redução da síntese proteica (Lee et al., 2017), se constituindo como um marcador da carga de treino (Slimani et al., 2018). No voleibol *indoor*, por exemplo, observou-se efeito positivo na testosterona, cortisol e razão T:C associada a organização das cargas de treinamento que enfatizavam a especificidade da modalidade (Mazon et al., 2013).

De modo amplo, a realização de uma partida de três sets de voleibol *indoor* promoveu aumento dos níveis de testosterona e cortisol em jovens atletas do sexo feminino (Edwards & Kurlander, 2010). No entanto, atletas profissionais masculinos não modificaram os níveis pré-pós de testosterona e só aumentaram a concentração de cortisol em jogo com 5 sets (Peñailillo et al., 2018). Além disso, jovens atletas masculinos apenas aumentaram a concentração de cortisol em jogo com alto estresse contextual [i.e., final de campeonato (Moreira et al., 2013)]. Ainda que sejam modalidades semelhantes, o voleibol de praia tem características específicas (e.g. quantidade de jogadores, duração do jogo, superfície da quadra, esforço cognitivo) que dificultam a extrapolação dos dados. Adicionalmente, a razão T:C reduziu ~45% dos níveis de base para competição (análise aguda) com atletas de golfe e 30% entre o início e fim da temporada (análise crônica) de atletas de futebol (Handziski et al., 2006). Resultado semelhante foi observado com atletas femininas de voleibol *indoor*, permitindo aos autores concluir a aplicabilidade da razão T:C como marcador de *overtraining* (Roli et al., 2018).

Considerando que cada modalidade apresenta características particulares, e o conhecimento da dinâmica de jogo e do perfil hormonal podem contribuir, respectivamente, na prescrição de treinos e monitoramento da carga de treino. Assim, o objetivo do presente estudo foi caracterizar os aspectos temporais e verificar o efeito agudo de um jogo de voleibol de praia na testosterona, cortisol e razão T:C de jovens atletas. Adicionalmente, foi observado se havia diferença para esses biomarcadores entre jogadores bloqueadores e defensores. Nossa hipótese é que apenas um jogo é suficiente para aumentar os níveis de testosterona e cortisol. Junto a isto, esperávamos que bloqueadores tivessem maior desgaste, refletindo em menor razão T:C.

MÉTODO

Participantes

Foram recrutados 16 atletas masculinos (idade $17 \pm 2,44$ anos; estatura $1,84 \pm 0,06$ m; massa corporal $76,23 \pm 9,54$ kg; IMC $22,35 \pm 1,92$ kg/m²; quantidade de treinos semanal $4 \pm 1,20$ dias) pertencentes a dois centros de treinamento da cidade João Pessoa - PB, todos com experiência em competições nacionais e quatro destes também em competições internacionais. Destaca-se que cinco participantes obtiveram, pelo menos, terceiro lugar em etapas do circuito Nacional, e três eram campeões mundiais. Utilizou-se como critério de inclusão: a) competir no circuito nacional; b) estar entre os

16 melhores no ranking estadual. Os atletas eram excluídos se não conseguissem completar o jogo, no entanto, não foi necessário utilizar esse critério. O poder da amostra (-1) foi calculado *a posteriori* para $\alpha=0,05$, identificando-se para análise de testosterona poder= 0,965; cortisol poder= 0,999 e razão T:C poder= 0,475.

Ao total foram observados 4 jogos (1 por equipe), sendo 8 sets, totalizando 284 *rallies*. Além disso, as funções de jogo foram divididas em bloqueador e defensor. Desta forma, o atleta que realizava $\geq 80\%$ das ações de bloqueio era classificado como bloqueador (Giatsis et al., 2011). Todas as equipes utilizaram uma formação especializada (i.e., função fixa), assim não havia equipes com formação universal (i.e., revezamento entre as funções de bloqueador/defensor).

Todos que aceitaram participar voluntariamente assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e, em caso de o participante ter idade inferior a 18 anos, a autorização foi realizada pelo responsável legal, além da assinatura do Termo de Assentimento pelo menor. Todos os termos utilizados foram elaborados em acordo com a declaração de Helsinki. Previamente os protocolos dessa pesquisa foram autorizados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – Centro de Ciências Médica, da Universidade Federal da Paraíba (CCM - UFPB), protocolo nº 2.251.594.

Procedimentos

Formato da competição

Com duplas previamente estruturadas e habituadas a competirem juntas, os atletas foram expostos a um jogo simulado seguindo as regras de competição adotadas pela Federação Internacional de Voleibol (FIVB, 2016). Os jogos foram realizados em quadras à beira mar, com tamanho oficial (Lat= -7.116650, Long= -34.822635; Lat= -7.127300, Long= -34.822818) utilizando três bolas Mikasa® VLS 300. Além disso, um árbitro com experiência em competições nacionais foi recrutado para arbitrar a partida. Todos os confrontos foram sorteados e realizados no mesmo horário em dias distintos (15h da tarde), sendo realizado apenas um jogo por dupla. As condições climáticas eram semelhantes (temperatura de $\sim 30^{\circ}\text{C}$ - <https://weather.com/>). Antes do início dos jogos, as duplas tinham 10 minutos de aquecimento. Para garantir empenho dos atletas, a dupla vencedora recebia uma premiação pela vitória (material esportivo). Adicionalmente, o placar final de todos os jogos foram 2x0.

Análise temporal

Todos os jogos foram gravados utilizando uma filmadora (Sony® DSC-SX21. Manaus, Brasil, 2011), apoiada

em tripé para análise temporal posterior. Desta forma, as análises foram feitas utilizando um notebook (Samsung, NP270E4E, Brasil), por meio do *Software* Lince®, com o cronômetro digital do próprio *software*. As análises temporais foram conduzidas por dois investigadores que avaliaram todos os jogos e, após 15 dias, os mesmos jogos foram reavaliados. Para garantir a fidedignidade das observações foi verificada o coeficiente de correlação intraclasse e a diferença média intra e entre avaliadores, admitindo-se ICC $\geq 0,90$ e diferenças inferiores a 5%, respectivamente, como utilizado por Medeiros et al. (2014), previamente. Caso a diferença fosse superior, os jogos seriam reavaliados. No total foram observados 284 *rallies*.

Os indicadores utilizados para análise temporal foram: tempo de *rally* (do saque até a bola sair de jogo), tempo entre *rallies* (intervalo entre um *rally* e outro), tempo total de trabalho (soma dos *rallies*), tempo total em descanso (soma dos tempos entre *rallies*) e tempo total do *set* (soma do tempo total de trabalho e descanso), tempo total de jogo (soma do tempo total dos *sets*), diferença entre tempo total de descanso e trabalho (razão TD/TT= tempo total de descanso/tempo total de trabalho) e quantidade de *rallies* (Medeiros et al., 2014).

Biomarcadores

Previamente à análise dos biomarcadores, todos os participantes foram instruídos a não escovar os dentes, não se alimentarem e nem consumirem bebidas energéticas 30 minutos antes do início das coletas. Amostras de 3 ml de saliva foram coletadas sem qualquer estímulo para salivagem antes do início do jogo (antes do aquecimento), após o 1º *set* e 10 minutos ao final do jogo, em tubos plásticos, acondicionados imediatamente em compartimento resfriado e congelado a -20°C .

A análise das amostras de saliva foi realizada em duplicata, por ensaio de imunoabsorção enzimática (Elisa), utilizando uma leitora de placa GloMax®-Multi (Promega, Califórnia, Estados Unidos, Ref. E7061). Os procedimentos utilizados foram os recomendados pelos manuais dos kits comerciais DRG® International (Frauenbergstr, Alemanha. Ref. SLV-3013) e Diametra® (Via Pozzuolo, Itália. Ref. DKO020), para testosterona e cortisol, respectivamente. Além disso, o coeficiente de variação intra observações e lotes foi $< 5\%$. Posteriormente, a concentração de testosterona e cortisol foi utilizado para calcular a razão testosterona:cortisol (razão T:C) e o percentual de variação de acordo com a equação 1:

$$\frac{\text{Concentração Final} - \text{Concentração Inicial}}{\text{Concentração Inicial}} \times 100 \quad (1)$$

a testosterona aumentou 103,34%. A razão T:C apresentou redução de 42,04% ao final do 1º set e de 11,55% ao final de jogo quando comparados aos níveis iniciais.

Adicionalmente foi verificado se havia diferença na concentração de testosterona, cortisol e razão T:C entre bloqueadores e defensores [Pré jogo Vs. Pós jogo (Figura 2)]. A testosterona não apresentou diferença significativa ao longo do tempo [$F_{(1,7)} = 3,332$; $p = 0,111$; $\eta^2_p = 0,322$; poder= 0,351], entre as funções [$F_{(1,7)} = 0,191$; $p = 0,675$; $\eta^2_p = 0,027$; poder= 0,067] e na interação tempo*função [$F_{(2,7)} = 0,043$; $p = 0,842$; $\eta^2_p = 0,006$; poder= 0,054]. Em relação ao cortisol houve diferença significativa entre os tempos [$F_{(2,7)} = 17,350$; $p = 0,004$; $\eta^2_p = 0,713$; poder= 0,944], mas não entre as funções [$F_{(2,7)} = 0,326$; $p = 0,586$; $\eta^2_p = 0,045$; poder= 0,079] e interação tempo*função [$F_{(2,7)} = 0,015$; $p = 0,907$; poder= 0,051].

Por fim, não houve diferença na razão T:C no tempo [$F_{(1,7)} = 0,062$; $p = 0,811$; $\eta^2_p = 0,009$; poder= 0,055], funções [$F_{(1,7)} = 0,964$; $p = 0,359$; $\eta^2_p = 0,121$; poder= 0,137] e interação tempo*função [$F_{(1,7)} = 0,432$; $p = 0,532$; $\eta^2_p = 0,058$; poder= 0,088]. Além disso, o tamanho do efeito Pré jogo Vs. Pós jogo foi $d = 0,583$ e $d = 0,632$ (testosterona); $d = 1,018$ e $d = 0,598$ (cortisol); $d = -0,198$ e $d = 0,200$ (razão T:C); para bloqueador e defensor, respectivamente.

Tabela 1. Percentual de variação dos níveis de cortisol, testosterona e razão T:C.

	Início do jogo * Final 1º set	Início do jogo * Final do jogo	Final 1º set * Final do jogo
Cortisol	28,25%	41,13%	10,03%
Testosterona	23,68%	103,34%	64,40%
Razão T:C	-42,04%	-11,55%	52,62%

DISCUSSÃO

O objetivo principal do presente estudo foi caracterizar os aspectos temporais e verificar o efeito agudo do jogo na testosterona e razão T:C em jovens atletas. Adicionalmente, também foi investigado se havia diferença entre os marcadores hormonais entre bloqueadores e defensores. Assim, observou-se que a modalidade apresenta relação de ~3 vezes mais tempo de bola fora de jogo do que em jogo, tendo os *rallies* durações bastante curtas, próximas a 6s. Além disso, o jogo (do início ao fim) teve efeito moderado na concentração de testosterona e cortisol. Para mais, o cortisol apresentou tendência linear, ou seja, aumento ao longo do tempo, e a razão T:C tendência quadrática, reduzindo ao final do 1ºset e retornando as condições iniciais ao final do jogo. Em relação as funções, bloqueadores parecem ser ligeiramente mais exigidos fisicamente, visto a resposta observada da razão T:C, corroborando com nossa hipótese inicial.

A análise temporal tem se mostrado como procedimento útil para entender a dinâmica competitiva (Palao et al., 2012), e pode contribuir substancialmente no desenvolvimento de modelos de treino que simulem as demandas fisiológicas específicas das modalidades esportivas (Jimenez-Olmedo et al., 2017; Magalhães et al., 2011). Os resultados obtidos no presente estudo indicam semelhança a jogos realizados em competições oficiais, garantindo boa reprodutibilidade dos jogos simulados. No estudo de Palao et al., (2012), o tempo total do jogo no masculino adulto foi em média de 44 minutos; porém, tal diferença frente à presente investigação (próximo a 30 min) pode decorrer de os autores terem considerado o intervalo entre os sets. Para duração, intervalos e quantidade dos *rallies*, os resultados são equivalentes aos de Medeiros et al. (2014), que observaram *rallies* com duração

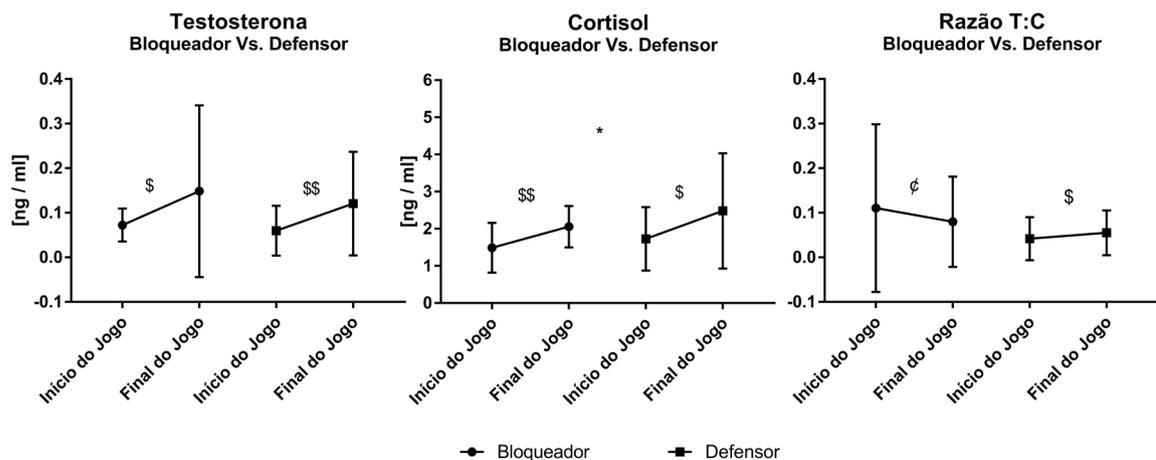


Figura 2. Comparação Início do jogo Vs. Final do jogo entre a função de bloqueador e defensor (Nota: * $p \leq 0,05$ para efeito do tempo; ¢ = efeito trivial; $\text{\$}$ = efeito pequeno; $\text{\$\$}$ = efeito moderado)

média de ~7 segundos, tempo entre *rallies* de ~21 segundos e ~37 *rallies* por set.

De modo amplo, ainda que os esforços sejam intermitentes por períodos ~3 vezes menor que o período de descanso, observou-se efeito moderado do jogo na testosterona e cortisol. Esses resultados foram observados em esporte com dinâmica semelhante (i.e., voleibol *indoor* e tênis) e outros esportes coletivos. Jovens atletas feminino de voleibol *indoor* e tênis aumentaram pré-pós jogo os níveis de testosterona e cortisol (Edwards & Kurlander, 2010) o mesmo foi observado com atletas de futsal (Carolina-Paludo et al., 2020).

Porém, com atletas de voleibol *indoor* masculino só observou-se efeito do jogo no cortisol e após 5 sets (Peñailillo et al., 2018). As respostas desses hormônios são em função principalmente da exigência física e psicológica (Edwards & Kurlander, 2010), logo como os atletas realizam ao longo do set vários saltos e deslocamentos em intensidade máxima (Medeiros et al., 2014; Nunes et al., 2020), acrescentado a sobrecarga induzida pelo ambiente (i.e., piso em areia) e quantidade de atletas por time (maior responsabilidade no resultado), isso explica o aumento da testosterona e cortisol com apenas 2 sets jogados. Além disso, a razão T:C a tendência quadrática observada pode ser decorrente da responsividade tardia da testosterona aos estímulos associados ao esforço físico, bem como da rápida resposta do cortisol a essas condições (Viana Gomes et al., 2019).

Em relação as respostas hormonais de acordo com a função, observou-se semelhança do efeito do jogo entre bloqueadores e defensores para testosterona. No entanto, a exigência física parece ligeiramente maior nos bloqueadores, tendo o jogo um efeito moderado nos níveis de cortisol e trivial na razão T:C, porém negativo. Previamente, constatou-se que a maioria dos saltos são realizados em ações de ataque (44%) e bloqueio (39%) (Turpin et al., 2008). Além disso, bloqueadores jogam em uma faixa de intensidade levemente superior a defensores [77,71 - 89,13 %FCmáx Vs. 66,16% a 77,77 %FCmáx (Jimenez-Olmedo et al., 2017)]. Como a razão T:C é um marcador das cargas de treino e esforço, o resultado observado era esperado devido a maior exigência física desta função.

Como aplicação prática, os dados temporais podem ser utilizados para prescrição de treinamento intervalado, já que se associam a natureza da modalidade. Além disso, a utilização do jogo na semana de preparação para competições pode ser interessante, visto a especificidade do treinamento e equilíbrio entre marcadores endócrinos anabólicos e catabólicos. Ressalta-se, que os técnicos devem considerar a carga semanal principalmente na semana antecedente a competição, já que o tipo e intensidade do esforço determinam as repostas hormonais e desempenho subsequente (Gaviglio & Cook,

2014). Em competições oficiais é comum jogos sucessivos no mesmo dia. Desta forma, os atletas podem realizar imersões em água gelada (~ 14° C), que demonstrou efeito positivo pelo menos em marcadores hormonais (Freitas et al., 2019). Considerando apenas aspectos físicos, os times podem adotar como estratégia o direcionamento do saque para o atleta bloqueador, com o objetivo de obter vantagem ao final do jogo devido ao desgaste físico.

Esse estudo apresentou como limitação a realização de apenas um jogo por atleta dentro de uma competição simulada. Isso foi necessário para garantir a validade interna, e para assegurar que os resultados encontrados fossem devidos ao jogo e competição, evitando confusão em consequência do ritmo circadiano. Contudo, é comum atletas realizarem mais jogos durante o dia e em horários diferentes, o que deve ser considerado em pesquisas futuras, junto a atividades em competições oficiais. Além disso, apesar do reconhecido nível técnico dos atletas, que competiam em nível nacional e internacional, tal critério pode ter comprometido a ampliação da amostra. Por fim, esses dados devem ser extrapolados com cautela para atletas em diferentes níveis e gênero.

CONCLUSÕES

Em conclusão, os dados relacionados a temporalidade do jogo devem ser utilizados para prescrição do treinamento, aumentando a especificidade. Além disso, aproximadamente 30 minutos de voleibol de praia foi capaz de desencadear repostas na testosterona, cortisol e razão T:C em jovens atletas de nível nacional. De modo prático, jogos podem ser utilizados como treinamento. No entanto, ressalta-se que bloqueadores parecem sofrer maior desgaste físico, recomendando-se cautela no volume de sets jogados principalmente próximo a competições. Sugere-se que investigações futuras observem atletas feminino e competições oficiais.

ACKNOWLEDGMENTS

Centros de Treinamento Vôlei Vida e SE7

REFERÊNCIAS

- Cardinale, M., & Stone, M. H. (2006). Is testosterone influencing explosive performance? *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 20(1), 103–107. <https://doi.org/10.1519/R-16864.1>
- Carolina-Paludo, A., Nunes-Rabelo, F., Maciel-Batista, M., Rúbila-Maciel, I., Peikriszwili-Tartaruga, M., & Simões, A. C. (2020). Game location effect on pre-competition cortisol concentration and anxiety state: A case study in a futsal team. *Revista de Psicologia Del Deporte*, 29(1), 105–112.

- Casto, K. V., & Edwards, D. A. (2016). Testosterone, cortisol, and human competition. *Hormones and Behavior*, 82(April), 21–37. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2016.04.004>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Cook, C. J., Cunningham, D. J., Bunce, P., Bracken, R. M., & Gaviglio, C. M. (2012). Relationships between salivary free testosterone and the expression of force and power in elite athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(2), 221–227.
- Crewther, Blair T., Cook, C., Cardinale, M., Weatherby, R. P., & Lowe, T. (2011). Two emerging concepts for elite athletes: The short-term effects of testosterone and cortisol on the neuromuscular system and the dose-response training role of these endogenous hormones. *Sports Medicine*, 41(2), 103–123. <https://doi.org/10.2165/11539170-000000000-00000>
- Edwards, D. A., & Kurlander, L. S. (2010). Women's intercollegiate volleyball and tennis: Effects of warm-up, competition, and practice on saliva levels of cortisol and testosterone. *Hormones and Behavior*, 58(4), 606–613. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2010.06.015>
- FIVB. (2016). *Official beach volleyball rules 2017-2020*. Auto-edição.
- Freitas, V. H., Ramos, S. P., Bara-Filho, M. G., Freitas, D. G. S., Coimbra, D. R., Cecchini, R., Guarnier, F. A., & Nakamura, F. Y. (2019). Effect of cold water immersion performed on successive days on physical performance, muscle damage, and inflammatory, hormonal, and oxidative stress markers in volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(2), 502–513. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001884>
- Gaviglio, C. M., & Cook, C. J. (2014). Relationship between midweek training measures of testosterone and cortisol concentrations and game outcome in professional rugby union matches. *Journal OfStrength and Conditioning Research*, 28(12), 3447–3452.
- Giatsis, G., Panoutsakopoulos, V., & Kollias, I. A. (2017). Biomechanical differences of arm swing countermovement jumps on sand and rigid surface performed by elite beach volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, 36(9), 997–1008. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1348614>
- Giatsis, G., Tili, M., & Zetou, E. (2011). The height of the women's winners FIVB Beach Volleyball in relation to specialization and court dimensions. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(3), 497–503. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.63.03>
- Handziski, Z., Maleska, V., Petrovska, S., Nikolik, S., Mickoska, E., Dalip, M., & Kostova, E. (2006). The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratislavské Lekárske Listy*, 107(6–7), 259–263.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Jimenez-Olmedo, J., Pueo, B., Penichet-Tomás, A., Chinchilla-Mira, J., & Perez-Turpin, J. (2017). Physiological work areas in professional beach volleyball: a case study. *Retos*, 31(1), 94–97.
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2920–2937. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2012.03.005>
- Magalhães, J., Inácio, M., Oliveira, E., Ribeiro, J. C., & Ascensão, A. (2011). Physiological and neuromuscular impact of beach-volleyball with reference to fatigue and recovery. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(1), 66–73.
- Mazon, J., Gastaldi, A., Di Sacco, T., Cozza, I., Dutra, S., & Souza, H. (2013). Effects of training periodization on cardiac autonomic modulation and endogenous stress markers in volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(1), 114–120. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01357.x>
- Medeiros, A., Marcelino, R., Mesquita, I., & Palao, J. M. (2014). Physical and temporal characteristics of Under 19, Under 21 and senior male beach volleyball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(3), 658–665.
- Moreira, A., Freitas, C. G., Nakamura, F. Y., Drago, G., Drago, M., & Aoki, M. S. (2013). Effect of match importance on salivary cortisol and immunoglobulin a responses in elite young volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 202–207. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825183d9>
- Nunes, R. F. H., Carvalho, R. R., Palermo, L., Souza, M. P., Char, M., & Nakamura, F. Y. (2020). Match analysis and heart rate of top-level female beach volleyball players during international and national competitions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(2), 189–197. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.10042-4>
- Oyola, M. G., & Handa, R. J. (2017). Hypothalamic–pituitary–adrenal and hypothalamic–pituitary–gonadal axes: sex differences in regulation of stress responsiveness. *Stress*, 20(5), 476–494. <https://doi.org/10.1080/10253890.2017.1369523>
- Palao, J. M., Valades, D., & Ortega, E. (2012). Match duration and number of rallies in men's and women's 2000-2010 FIVB world tour beach volleyball. *Journal of Human Kinetics*, 34(1), 99–104. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0068-7>
- Peñailillo, L. E., Castro-Sepulveda, M. A., Jury, E. R., Escanilla, F. A., Deldicque, L., & Zbinden-Foncea, H. P. (2018). Differences in salivary hormones and perception of exertion in elite women and men volleyball players during tournament. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(11), 1688–1694. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07681-2>
- Roli, L., De Vincentis, S., Rocchi, M. B. L., Trenti, T., De Santis, M. C., & Savino, G. (2018). Testosterone, cortisol, hGH, and IGF-1 levels in an Italian female elite volleyball team. *Health Science Reports*, 1(4), e32. <https://doi.org/10.1002/hsr2.32>
- Sgrò, P., Romanelli, F., Felici, F., Sansone, M., Bianchini, S., Buzzachera, C. F., Baldari, C., Guidetti, L., Pigozzi, F., Lenzi, A., & Di Luigi, L. (2014). Testosterone responses to standardized short-term sub-maximal and maximal endurance exercises: issues on the dynamic adaptive role of the hypothalamic-pituitary-testicular axis. *Journal of Endocrinological Investigation*, 37(1), 13–24. <https://doi.org/10.1007/s40618-013-0006-0>
- Slimani, M., Cheoura, F., Moalla, W., & Baker, J. S. (2018). Hormonal responses to a Rugby match: A brief review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(5), 707–713. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07187-0>
- Turpin, J. P. A., Cortell, J. M., Chinchilla, J. J., Cejuela, R., & Suarez, C. (2008). Analysis of jump patterns in competition for elite male beach volleyball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8(2), 94–101. <https://doi.org/10.1080/24748668.2008.11868439>
- Viana Gomes, D., Santos Vigário, P., Lima Piazeria, B. K., Pereira Costa, F., Vaisman, M., & Salerno Pinto, V. (2019). Oxidative stress biomarkers after a single maximal test in blind and non-blind soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(2), 267–273. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08030-1>
- Vingren, J. L., Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Anderson, J. M., Volek, J. S., & Maresh, C. M. (2010). Testosterone physiology in resistance exercise and training: The up-stream regulatory elements. *Sports Medicine*, 40(12), 1037–1053. <https://doi.org/10.2165/11536910-000000000-00000>