

RESPOSTAS DE CORTISOL E TESTOSTERONA EM JOGADORES DE FUTEBOL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

CORTISOL AND TESTOSTERONE RESPONSES IN SOCCER PLAYERS: A REVIEW OF LITERATURE

RESPUESTAS DE CORTISOL Y TESTOSTERONA EN JUGADORES DE FÚTBOL: UNA REVISIÓN DE LITERATURA

Luiz Carlos Ferreira Neto

luizcarlosn@ufcspa.edu.br

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA

Douglas Hentges

douglash@ufcspa.edu.br

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA

Thais Reichert

thais_reichert@hotmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Rodrigo Sudatti Delevatti

rsdrodrigo@hotmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo revisar os resultados obtidos na literatura sobre a influência do exercício físico nas concentrações hormonais de cortisol e testosterona e uma provável relação com desempenho físico de jogadores profissionais de futebol. Os descritores usados foram: futebol, cortisol, testosterona, relação testosterona/cortisol e, monitoramento de performance, buscados nas bases de dados *Pubmed*, *Lilacs* e *Sportdiscus*. Aumento de cortisol e diminuição de testosterona foram observadas ao longo da temporada. Esse dado indica um provável acúmulo de estresse físico correspondentes ao expressivo número de jogos e treinamentos.

Palavras-Chave: Futebol; Cortisol; Testosterona; Biomarcadores

ABSTRACT

The present study aimed to review the results obtained in the literature about influence of the physical exercise on cortisol and testosterone concentrations and a probable relation with the physical performance of professional soccer players. The descriptors used were: football, cortisol, testosterone, testosterone/cortisol ratio, performance monitoring, researched in *Pubmed*, *Lilacs* and *Sportdiscus* databases. Cortisol and testosterone were increased and decreased, respectively, throughout the season. This data may reflect a probable accumulation of physical stress corresponding to the expressive number of games and training.

Keywords: Football; Cortisol; Testosterone; Biomarkers

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo revisar los resultados obtenidos en la literatura sobre la influencia del ejercicio físico en las concentraciones hormonales de cortisol y testosterona y una probable relación con desempeño físico de jugadores profesionales de fútbol. Los descriptores utilizados fueron: fútbol, cortisol, testosterona, relación testosterona/cortisol y, monitoreo de desempeño, buscados en las bases de datos *Pubmed*, *Lilacs* y *Sportdiscus*. El aumento de cortisol y la disminución de la testosterona se observó a lo largo de la temporada. Este dato indica una probable acumulación de estrés físico correspondiente al expresivo número de juegos y entrenamientos.

Palabras Clave: Fútbol; El cortisol; La testosterona; Biomarcadores

1 Introdução

Nas últimas décadas o futebol passou por muitas transformações como novas concepções que refletem uma apurada técnica de movimento, uma necessária compreensão tática de jogo (de comportamentos coletivos e individuais), alterações de demandas físicas e psicológicas, bem como, grandes avanços tecnológicos no controle de variáveis fisiológicas (Bezerra e colaboradores, 2016). Com a sua expansão, em toda a sua plenitude, o futebol foi se profissionalizando e tornando-se cada vez mais competitivo. Com isto, também foi se tornando elevada a necessidade de uma excelente condição física de acordo com as especificidades impostas pelas funções aplicadas no campo em uma partida (Soares e Rebelo, 2013).

As exigências fisiológicas durante uma partida de futebol são reflexos da diversidade de movimentos, podendo estes serem acíclicos ou cíclicos, de baixa ou média intensidade e longa duração, como a caminhada, a corrida e o trote, até movimentos explosivos de alta intensidade, como saltos, giros, sprints e chutes (Soares e Rebelo, 2013). Esses fatores específicos de jogo, associados a altas cargas de trabalho físico (treinamento e competição), podem induzir respostas como fadiga mental e física, depleção de estoques de energia, dano muscular, declínio de performance, fadiga crônica, overtraining, ou mesmo afastamento por lesão (Bezerra e colaboradores, 2016; Soares e Rebelo, 2013).

Neste sentido, informações fisiológicas inerentes às especificidades desse esporte são de suma importância para o acompanhamento físico do jogador durante a temporada competitiva, visando máximo desempenho e uma baixa incidência de lesões (Santana, 2015). Desta forma, tendo em vista uma gama de fatores interferentes que podem vir a decidir uma partida de futebol, acredita-se que uma ótima condição física pode representar um atributo importante para se atingir um grau elevado de performance no desporto (Bezerra e colaboradores, 2016). Nessa perspectiva, as respostas hormonais podem representar o estado metabólico do atleta e servir como mecanismo auxiliar no controle de parâmetros fisiológicos em avaliações físicas individuais (Bezerra e colaboradores, 2016; Cunha e Oliveira, 2008; Otton e Marin, 2000).

Os níveis de concentração dos hormônios cortisol e testosterona constituem um importante indicativo do estado metabólico para atletas de alto rendimento, pois tais podem representar atividade catabólica ou anabólica do metabolismo respectivamente (McArdle, Katch e Katch, 2008; Dos Santos e colaboradores, 2014; Casanova e colaboradores, 2015;). Neste contexto, por exemplo, jogadores de futebol estão cada vez mais expostos a grandes estresses fisiológicos, especialmente no Brasil, onde são submetidos a um calendário competitivo que dispõe pouco tempo de recuperação e/ou grande número de partidas (Santana, 2015). Suportar estas demandas físicas e psicológicas tendo em vista a manutenção do atleta em condições ideais de jogo justifica a necessidade de revisar e ampliar os conhecimentos dos mecanismos fisiológicos e suas respostas no desempenho de jogadores de futebol.

Desta forma, foi constatada a necessidade de identificar o comportamento das concentrações de cortisol e testosterona, assim da relação testosterona/cortisol, em jogadores profissionais de futebol. Dessa forma, o presente estudo se propôs a revisar os resultados obtidos na literatura sobre a influência do exercício físico e da prática esportiva de futebol sobre as concentrações hormonais de cortisol e testosterona e uma provável relação com desempenho físico de jogadores profissionais de futebol.

2 Métodos

A presente revisão teve a busca dos artigos realizadas de forma independente por dois pesquisadores (L.F e D.H), obedecendo etapas de organização estrutural do estudo, extração de dados, síntese dos dados extraídos, elaboração do manuscrito e revisão do mesmo. Casos de dúvidas e divergências foram resolvidos em reunião para consenso entre os dois pesquisadores envolvidos nas etapas supracitadas ou por um terceiro revisor, com maior experiência.

Para o desenvolvimento deste estudo foi realizada uma busca de dados tanto em trabalhos eletrônicos, quanto em tratados médicos ou fisiológicos digitais ou impressos. Quanto à seleção dos estudos, tais deveriam estar disponíveis via web, preferencialmente, em bases de dados certificadas da área (Pubmed, Lilacs, Sport Discus). Também foram aceitas referências destes estudos selecionados e tratados fisiológicos, desde que no escopo desta revisão.

A busca pelos estudos procedeu pelo uso dos descritores: futebol (Soccer OR Football), cortisol (cortisol), testosterona (Testosterone), relação testosterona/cortisol (ratio testosterone/cortisol) e, monitoramento de performance (performance monitoring). Foram incluídos estudos originais, que avaliaram as respostas agudas ou crônicas de cortisol e testosterona em atletas de futebol, durante intervenção aguda ou crônica. Foram incluídos artigos escritos nos idiomas português, inglês e espanhol.

3 Hormônios

O sistema endócrino integra e regula as funções corporais frente a constantes mudanças externas e ao estresse, com o objetivo de sempre manter a busca pelo estado de constante equilíbrio dos sistemas biológicos. De modo geral, essa manutenção da homeostase é realizada por ação dos hormônios (Otton e Marin, 2000). Hormônios são substâncias químicas produzidas no corpo por algum órgão específico ou por células específicas, secretados na corrente sanguínea e, que atuam sobre receptores específicos de modo a desencadear um efeito regulatório, de supressão ou estímulo, em algum tecido alvo. Assim, podem ativar ou inibir sistemas enzimáticos, alterar a permeabilidade das membranas celulares, aprimorar a maneira como o organismo responde às influências

externas, ou mesmo, auxiliar na manutenção de suprimento bioenergético (Guyton e Hall, 2017; Burtis e Bruns, 2016).

Quanto à estrutura e origem, geralmente são classificados em três classes: polipeptídicos ou protéicos (como a insulina e o glucagon), derivados de aminoácidos (como as catecolaminas) e os esteróides – foco de estudo (como o cortisol e os hormônios sexuais). Os esteróides têm como precursor comum o colesterol, sendo produzidos conforme a necessidade metabólica. Por serem lipossolúveis, estes entram na célula por difusão passiva e podem exercer sua atividade em receptores intracelulares no citoplasma ou diretamente no núcleo celular (Burtis e Bruns, 2016). No plasma, estes hormônios circulam reversivelmente ligados às proteínas transportadoras com somente uma pequena fração livre disponível para exercer a ação fisiológica em função da sua hidrofobia. Essa ligação protéica aumenta a meia-vida plasmática dos hormônios esteroides no plasma quando comparados com hormônios proteicos (Guyton e Hall, 2017; Burtis e Bruns, 2016; Nunes, 2013).

4 Cortisol – Caracterização e Comportamento

O cortisol, considerado o principal glicocorticoide secretado pelas adrenais em resposta de adrenocorticotropina (ACTH) é atualmente conhecido como o hormônio do estresse, pois ao longo do tempo foi observada uma importante relação com uma variedade de eventos estressantes, como fraturas ósseas, queimaduras e exercícios rigorosos (Minetto e colaboradores, 2008). Este hormônio participa de maneira importante no controle das rotas bioenergéticas, estimulando a diferenciação de adipócitos, promovendo a lipólise por ativação de enzimas como a lipoproteína lipase, estimulando a proteólise, a gliconeogênese hepática e bloqueando a entrada de glicose nos tecidos, induzindo a utilização de ácidos graxos (Powers e Howley, 2009).

Neste sentido, a regulação da concentração plasmática de glicose é relacionada, principalmente, com a atividade dos hormônios glucagon, adrenalina, noradrenalina e cortisol. A glicemia em exercício depende de um equilíbrio entre a absorção de glicose pela musculatura esquelética em exercício e a glicogenólise hepática e muscular. Níveis circulantes desses hormônios são aumentados em exercício, de forma que o glucagon promove a degradação de glicogênio hepático e as catecolaminas degradação de glicogênio muscular (Wilmore, Costill e Kenney, 2010). A maior intensidade de exercício é diretamente proporcional à liberação de glucagon e de catecolaminas, de modo que, ocorre um aumento proporcional da glicogenólise, ao passo que em exercícios de longa duração, em baixa ou moderada intensidade, ocorre um aumento proporcional da secreção de cortisol, promovendo assim, maior ativação lipolítica, ou mesmo, o catabolismo proteico em algumas situações (Powers e Howley, 2009; Wilmore, Costill e Kenney, 2010).

O cortisol é secretado a uma taxa de aproximadamente 25 mg/dia, mas não existe um

padrão uniforme de liberação. Existem períodos de picos de secreção que ocorrem entre 15 e 30 minutos após a liberação de ACTH (Guyton e Hall, 2017). O maior pico de secreção em humanos acontece por volta das 8 horas da manhã e se repete a cada 24 horas. Assim, o padrão de secreção do cortisol é intrínseco ao sistema de controle hipotálamo-hipófise, podendo ser alterado pelo ciclo sono-vigília, por respostas de estresse patológico ou físicos (Guyton e Hall, 2017; Burtis e Bruns, 2016; Nunes, 2013; Curi e Filho, 2009).

Quando liberado na circulação, cerca de 90% do cortisol é ligado fortemente à globulina ligadora de corticosteroide (CBG) ou transcortina, enquanto 7% encontra-se ligado à albumina. Essa porção conjugada apresenta lenta metabolização no fígado, podendo ser transformado em várias formas inativas, como a cortisona, diidroscortisol ou diidroscortisona. Apenas cerca de 3 a 4 % do cortisol circulante são encontrados na forma livre (Burtis e Bruns, 2016; Curi e Filho, 2009).

Dos Santos e colaboradores (2014) revisaram estudos que utilizaram diferentes tipos de coleta para a análise de cortisol (sanguíneo, salivar e urinário) como medida de análise do estresse desportivo para atletas de diferentes modalidades, gêneros e níveis competitivos. Foi observado um aumento nas concentrações de cortisol em 59.1% dos estudos que compararam concentrações de cortisol em repouso/basal com situações desportivas (treinamento ou competição). Também foi constatado haver uma predominância de coleta para cortisol salivar, provavelmente, pelo fato dessa medida ser considerada mais acessível, não invasiva, rápida e também eficaz.

Minetto e colaboradores (2008) analisaram os efeitos do treinamento extenuante sobre a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal em 15 jogadores profissionais de futebol, utilizando apenas amostras de cortisol salivar. As coletas foram realizadas antes (dias 1 e 2) e depois (dias 9 e 10) de um período de sete dias de treinamento intenso. O treinamento intensificado resultou em um decréscimo de desempenho mostrado nas alterações dos valores máximos de salto contra movimento ($p = 0,008$). Em associação, foi observado um aumento de 32% nas concentrações médias de cortisol salivar pós-treinamento, indicando uma possível associação hormonal com a queda de rendimento.

Contudo, essa associação com desempenho físico de maneira isolada da prática de futebol pode ser apontada como superficial, tendo em vista a diversidade de fatores envolvidos na prática deste desporto. Maior credibilidade poderia ser atribuída com uma associação paralela com aspectos físicos de jogo ou treinamento (quilometragem, quantidade de sprints, etc.) ou dados específicos de scout de jogo ou treinamento (número de vantagem em disputas de bola, passes errados ou certos, etc).

5 Testosterona – Caracterização e Comportamento

A testosterona, um hormônio esteroide, secretada especialmente pelas células de Leydig que envolvem os túbulos seminíferos testiculares e, em menor proporção pelas

glândulas adrenais, é considerada a mais importante dos hormônios androgênicos. Está presente tanto em homens quanto em mulheres, ao passo que difere apenas nas concentrações entre os sexos, uma vez que apresenta como principal ação o desenvolvimento das características sexuais primárias e secundárias nos homens (Burtis e Bruns, 2016).

O transporte de androgênios, como a testosterona, no sangue, é descrito de três maneiras: por circulação livre no plasma, correspondendo a aproximadamente 2 a 3% do valor total; ligadas às globulinas específicas de ligação dos hormônios sexuais (SHBG), ou ligados a proteínas não específicas, tais como, a albumina. As SHBG possuem afinidade muito alta, mas baixa capacidade de transporte, ao passo que, a albumina apresenta baixa afinidade, mas alta capacidade (Burtis e Bruns, 2016).

Inicialmente, pensou-se que a fração livre da testosterona representasse a fração biologicamente ativa. Atualmente, acredita-se que a dissociação da testosterona ligada à proteína também ocorra no interior do leito capilar. Portanto, a testosterona biodisponível é igual a cerca de 35% do total, sendo a fração livre mais aquela ligada à albumina, conhecida como fração fracamente vinculada (Burtis e Bruns, 2016).

Este hormônio apresenta variações durante o dia, alcançando valores máximos em períodos matinais, apresentando valores suprimidos ao longo do dia, principalmente tarde da noite (Guyton e Hall, 2017), razão pela qual amostras matinais são preferidas. Os valores e intervalos de referência para homens adultos são apresentados como: testosterona biodisponível (2,29 – 14,50 nmol/L), testosterona livre (174,0 – 729,0 pmol/L) e, testosterona total (9,0 – 34,72 nmol/L) (Burtis e Bruns, 2016).

A concentração plasmática de testosterona é comumente utilizada como um marcador fisiológico do metabolismo, pois associa-se com atividades anabólicas ou de elaboração tecidual. Possui efeitos diretos sobre a síntese de tecido muscular, além de afetar indiretamente o conteúdo proteico das fibras musculares por promover liberação de GH, conseqüentemente de IGF pelo fígado, assim como, de efeitos diretos contra a proteólise. Desta maneira, esse hormônio pode estar associado tanto com aumentos quanto com a manutenção dos níveis de força em humanos (Nunes, 2013; McArdle, Katch e Katch, 2008).

A literatura já demonstrou que os níveis de testosterona são modificados de acordo com a variação da intensidade e do volume de exercício físico e exercícios de curta duração e alta intensidade causam aumento nos níveis de testosterona imediatamente após o exercício (Cunha, Ribeiro e Oliveira, 2006; Gonçalves, 2008). Suposições indicam que este aumento pode ser resultado das adaptações musculares induzidas pela sobrecarga musculoesquelética (Nunes, 2013; Gonçalves, 2008).

Além disso, outras pesquisas apontam associações de fatores extrajogo com níveis hormonais de testosterona, como o estudo de Neave e Wolfson (2003) que verificou uma provável associação na variação de níveis de testosterona salivar de jogadores de futebol

do sexo masculino com a empírica vantagem de disputar uma partida sob domínio de campo, denominada “fator casa”. Níveis de testosterona foram significativamente maiores em partidas disputadas em casa, quando comparadas com jogos fora ou com uma sessão de treinamento. A rivalidade percebida da equipe adversária também apresentou diferenças, em que níveis de testosterona foram mais elevados antes de jogar contra um rival extremo, que por hora, justifica os níveis baixos em momentos de treinamento. Inúmeras hipóteses foram propostas para explicar este efeito, como (a) motivação maior em virtude de incentivo da torcida, (b) fator familiaridade com o local de prática, permitindo melhor orientação e consciência espacial, e (c) a questão territorialidade, incidindo na resposta de proteção ao seu território, como observado entre muitas espécies animais, que normalmente exibem comportamento agonístico e com maior vigor ao defender um território de origem. Neste sentido, os autores hipotetizam que o comportamento agonístico poderia estar relacionado com alteração dos níveis de testosterona, mostrando uma relação proporcional entre o hormônio e agressividade. Assim, os resultados deste estudo aparecem como uma das primeiras descobertas sobre uma possível relação entre a testosterona, territorialidade e dominância no futebol, sugerindo um papel importante para testosterona no fator casa.

Também cabe destacar que estudos, tanto em animais quanto em humanos, relataram que a privação de sono pode proporcionar uma diminuição nos níveis de testosterona (Li e Zhou, 2015; Khalil e Abdu, 2015; Quin e colaboradores, 2015). Hipotetiza-se que o período de sono possa desencadear mecanismos antioxidantes, por atividades da vitamina E, assim como pelo hormônio melatonina. Contudo, Akindele e colaboradores (2014) verificaram em ratos Wistar a administração de vitamina E versus melatonina em animais privados por 20 horas de sono. Observou-se que apenas a vitamina E teve um efeito protetor contra a redução de testosterona para os animais observados. Neste sentido, é observado em humanos uma redução natural dos níveis de melatonina no período de puberdade (Attanasio, Borrelli e Gupta, 1985), momento em que os níveis de testosterona encontram-se bastante elevados, indicando uma possível associação antagônica entre os níveis desses dois hormônios. Por fim, estudos em atletas mostram que a administração de melatonina melhora a qualidade do sono (Ghattassi e colaboradores, 2016; Mendonça e colaboradores, 2015; Borges, 2015; Healsen, 2014), mas não se tem certeza se existe relação (indireta ou causal) e qual a proporção de influência desse hormônio em relação aos níveis basais de androgênios (Quin e colaboradores, 2015).

6 Respostas de Cortisol e Testosterona no Futebol

O futebol, um dos esportes mais populares do mundo, por hora ainda suscita justificativas em termos de sorte ou azar em grande parte dos expectadores e profissionais envolvidos quanto alguns resultados e acontecimentos importunos. Mas algumas facetas

podem ser apontadas quando analisadas e comparadas por analitos fisiológicos: como a queda de rendimento de um certo jogador durante uma ou várias partidas, ou mesmo por uma sequência indesejável de lesões (Aymard, Alara e Di Carlo, 2013). Jogadores de alto rendimento estão constantemente expostos a grandes exigências físicas e psicológicas, ao passo que necessitam manter um padrão efetivo de desempenho tático, técnico, físico e emocional de maneira linear (Cunha e Oliveira, 2008; Santana, 2015). Para isso, acredita-se que o acompanhamento de hormônios como cortisol e testosterona possa auxiliar no controle físico de jogadores de futebol, sendo um importante indicador do estado metabólico (catabólico e anabólico) dos atletas.

Bezerra e colaboradores (2016) observaram 42 jogadores profissionais de futebol da região norte do Brasil, sendo cada atleta avaliado em apenas um jogo das sete partidas acompanhadas (média de seis coletas sanguíneas por jogo). Foi verificado que as concentrações de cortisol aumentaram após os jogos, enquanto os níveis de testosterona diminuíram ($p < 0,05$). Já nas 24 horas seguintes, foi observado uma inversão desses valores, diminuindo os níveis de cortisol, os quais atingiram valores menores que os de pré-jogo, enquanto os níveis de testosterona aumentaram ($p < 0,05$). Para o intervalo de 72 horas os hormônios analisados voltaram a apresentar os mesmos níveis iniciais (pré-jogo). A razão testosterona/cortisol apresentou queda de 31,4% no pós-jogo e teve aumento de 433,3% no período de 24 horas em relação aos valores pós-jogo, indicando uma provável recuperação fisiológica.

Di Blasio e colaboradores (2015) analisaram cortisol e testosterona salivar de 16 jogadores em seis sessões de treinamento e 12 partidas. Na comparação dos momentos pré e pós-sessões de treinamento foram observados aumentos nos níveis de cortisol em apenas duas sessões, enquanto que aumentos de testosterona foram registrados em apenas uma das partidas. Não foi identificada alteração na relação testosterona/cortisol. Níveis de cortisol pré-sessão de treinamento mostraram um aumento constante ao longo da temporada ($p < 0,001$), enquanto que os níveis de testosterona pré-treinamento diminuíram ao longo da temporada ($p = 0,04$). Aumentos nos níveis de cortisol foram observados em onze dos doze jogos durante a temporada. Níveis de testosterona diminuíram em oito das 12 partidas. Foi observado que em três dos quatro jogos em que os níveis de testosterona não foram modificados as partidas foram jogadas no campo do adversário. Em geral, os níveis de cortisol pré-jogo foram significativamente maiores do que os de pré-sessão de treinamento ($p = 0,02$), enquanto os níveis de testosterona diminuíram ($p < 0,001$) ao longo da temporada. Acredita-se que esses valores, de aumento constante de cortisol e queda de testosterona, seriam indicativos de deterioração fisiológica ao longo da temporada, refletindo um estado fisiológico desfavorável, e assim, indicando uma necessidade maior de recuperação ao passo que a temporada se estende.

Aymard, Alara e Di Carlo (2013) avaliaram o perfil endocrinológico de jogadores de futebol de elite ($n=32$) e não treinados ($n=16$). Não foram observadas alterações

significativas no perfil endocrinológico (cortisol e testosterona) entre os grupos. Entretanto, quanto ao desenho metodológico, não foram apresentados os momentos de coletas e os tipos de treinamento realizados, apenas referenciando que os atletas se encontravam na fase pré-competitiva. Já Dos Santos e colaboradores (2013) examinaram os efeitos de duas sessões diferentes de treinamento de futebol sobre os valores basais de cortisol e testosterona em jogadores europeus profissionais de futebol (n=23). As coletas foram realizadas no primeiro dia após as férias, no final do terceiro e do quarto mês. O cortisol teve aumentos significativos após o terceiro mês ($p < 0,001$) e após o quarto mês ($p < 0,001$). A testosterona não apresentou alterações significativas. Entende-se que a justificativa para a alteração das variáveis observadas possa ser justificada em função do aumento de carga de trabalho acumuladas ao longo do período de análise.

Em um estudo (Coelho e colaboradores, 2015) com o objetivo de avaliar a demanda fisiológica crônica de jogadores de futebol profissional (n=10) ao longo de uma temporada, foram avaliados cortisol e testosterona sanguíneos. As coletas foram realizadas no dia anterior ao início da pré-temporada, ao final da pré-temporada e início das competições, e ao final do ano competitivo. A testosterona apresentou diferenças, sendo menor no início das competições quando comparado com o final do ano competitivo. Cortisol apresentou aumento no final do período competitivo. Também foi observada uma redução de 53% na razão testosterona/cortisol no final do período competitivo. Desta forma, os resultados desse estudo apontam que uma temporada anual de futebol é altamente catabólica, provavelmente, em resposta ao estresse físico acumulado.

Pode-se concluir que ocorre o aumento proporcional de cortisol ao longo da temporada, como possível reflexo do acúmulo de carga de exercícios somada ao longo da temporada, assim como, elevação de cortisol pré-competição, como provável indicativo de ativação emocional envolvida no momento pré-jogo. Além disso, o comportamento da testosterona ao longo da temporada parece ser o inverso. Contudo, o retorno dos níveis de testosterona aos níveis normais pode indicar uma provável recuperação fisiológica.

Desta forma, os autores acreditam haver a necessidade de verificar a associação a concentração destes hormônios com aspectos específicos de jogo, como por dados de scout, de modo a traçar uma relação específica e direta com desempenho de jogadores de futebol. Associar o comportamento hormonal apenas com aspectos físicos (isolados da realidade competitiva) podem não apresentar associação com os resultados do jogador em competição. Assim, sugere-se novos estudos que verifiquem o comportamento desses hormônios versus aspectos físicos e scout de jogo.

7 Conclusão

O presente estudo de revisão se propôs examinar na literatura respostas do exercício físico sobre concentrações hormonais de cortisol e testosterona e uma provável relação

com desempenho físico de jogadores profissionais de futebol. Assim, acreditamos que a análise isolada das contrações de cortisol e testosterona, ou mesmo a relação testosterona/cortisol, possa não ser suficiente para apontar aspectos físicos ou demais associações causais. Contudo, quando relacionadas com alteração de rendimento esportivo específico de jogo ou apresentarem consonância com outras variáveis fisiológicas, podem reforçar ou apontar com maior exatidão a justificativa de certo evento observado.

Alguns estudos apontam associação entre o aumento proporcional de cortisol e queda de testosterona ao longo de uma temporada competitiva. Esse dado pode ser reflexo de um provável acúmulo de estresse físico correspondentes ao acúmulo de jogos e treinamentos, supondo que os jogadores estariam em condições físicas desfavoráveis para a prática da modalidade. Contudo, neste sentido, sugerimos estudos longitudinais que correlacionem tais respostas fisiológicas ao longo da temporada com incidência e prevalência de lesões no futebol.

Interessantes associações estão sendo desenvolvidas quanto ao hormônio testosterona, como em relação à territorialidade dos jogos com o “fator casa” para a equipe mandante de campo, assim como, com o hormônio melatonina. Desta forma, sugerem-se novos estudos com a territorialidade dos jogos e testosterona com observações de scout de jogo, com o intuito de verificar possível relação com o desempenho individual dos jogadores de futebol.

Sugere-se a realização de revisões sistemáticas para aumentar o poder das evidências acerca dos hormônios cortisol e testosterona, bem como a relação entre estes em jogadores de futebol.

Referências

AKINDELE, O. O; KUNLE-ALABI, O. T; ADEYEMI, D. H; OGHENETEGA, B. O; RAJI, Y. Vitamin E but not Melatonin prevented the Testosterone Reducing Effect of Sleep Deprivation in Wistar Rats. **Proceedings of The Physiological Society**. v. 31, 2014.

ATTANASIO, A.; BORRELLI, P.; Gupta, D. Circadian rhythms in serum melatonin from infancy to adolescence. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. v. 61. n 2. p. 388-391. 1985.

AYMARD, A. L.; ARANDA, C.; DI CARLO, M. B. Estudio de parámetros bioquímicos en jugadores de fútbol de elite. **Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana**. v. 47. n 1. p. 101-111. 2013.

BEZERRA, J. A.; FARIAS, N. O.; MELO, S. V. A.; SILVA, R. P. M.; DE CASTRO, A. C. M.; MARTINS, F. S. B.; DOS SANTOS, J. A. R.. Respostas de indicadores fisiológicos a um jogo de futebol.

Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v. 22. n 3. p. 200-205. 2016.

BORGES, L. S. Melatonin decreases muscular oxidative stress and inflammation induced by strenuous exercise and stimulates growth factor synthesis. **Journal of Pineal Research.** v. 58. n 2. p. 166-172. 2015.

BURTIS, C. A.; BRUNS, D. **TIETZ: Fundamentos de Química Clínica.** 6ª ed. Philadelphia: Saunders, 2016.

CASANOVA, N; OLIVEIRA, A. P; REIS, V. M; SERRA; N. C; COSTA, A. M. Respostas hormonais da testosterona e do cortisol em contexto competitivo: uma revisão sistemática. **Motricidade.** v. 11. n 4. p. 151-162. 2015.

COELHO, D. B.; PIMENTA, E. M.; PAIXÃO, R. C.; MORANDI, R. F.; BECKER, L. K.; FERREIRA-JÚNIOR, J. B.; COELHO, L. G. M.; SILAMI-GARCIA, E. Analysis of chronic physiological demand of an annual soccer season. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.** v. 17. n 4. p. 400-404. 2015.

CUNHA, G. D. S.; OLIVEIRA, A. R.; Aspectos físicos e fisiológicos do jovem jogador de futebol. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício.** v. 7. n 1. p. 28-36. 2008.

CUNHA, G. D. S.; RIBEIRO, J. L.; Oliveira, A. R.; Sobretreinamento: teorias, diagnóstico e marcadores. **Revista Brasileira de Medicina do Exercício.** v. 12. n 5. p. 297-305. 2006.

CURI, R.; FILHO, J. P. A. **Fisiologia básica.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

DI BLASIO, A.; BUCCI, I.; PETRELLA, V.; GIULIANI, C.; VITALE, R.; MONACO, F.; NAPOLITANO, G. Cortisol, Testosterone and Soccer: Hormonal Trends through a Competitive Season. **Jacobs Journal of Sport Medicine.** v. 2. n 1. p. 01-07. 2015.

DOS SANTOS, J. A. R.; AMORIM, T.; NUNES, D.; COUTO, A.; MIRANDA, F. Alterations induced by two different soccer workouts in CK, Cortisol and Testosterone serum levels. **Journal of Sport and Health Research.** v. 5. n 2. p. 149-156. 2013.

DOS SANTOS, P. B; MACHADO, T. A; OSIECKI, A. C. V.; GÓES, S. M.; LEITE, N.; STEFANELLO, J. M. F. A necessidade de parâmetros referenciais de cortisol em atletas: Uma revisão sistemática. **Motricidade.** v. 10. n 1. p. 107-125. 2014.

GHATTASSI, K; HAMMOUDA, O; GRAJA, A; BOUDHINA, N; CHTOUROU, H; HADHRI, S; DRISS, T; SOUISSI, N. Morning melatonin ingestion and diurnal variation of short-term

maximal performances in soccer players. **Acta Physiologica Hungarica**. v. 103. n 1. p. 94-104. 2016.

GONÇALVES, R. R. **Monitorização da carga de treino no futebol: a resposta da IgA, testosterona e cortisol salivares ao longo da época**. Monografia. Universidade de Coimbra – Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física. 2008.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13ª ed., Rio de Janeiro: Elsevier Ed., 2017.

HEALSON, S. L. Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. **Sports Medicine**. v. 44. n 1. p. 013-023. 2014.

KHALIL, W. K. B.; ABDU, F. Protective effect of melatonin against zonisamide-induced reproductive disorders in male rats. **Archives of Medical Science**. 3: 660-69, 2015. v. 3. p. 660-669. 2015.

LI, C.; ZHOU, X. Melatonin and male reproduction. **Clinica Chimica Acta**. v. 446. p. 175-180. 2015.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. L.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício energia, nutrição e desempenho humano**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ed., 2008.

MEDONÇA, R. C., NICOLAS, M. A.; GALVÁN, C. T.; WILHELMI, J. O.; RUSANOVA, I.; HERNÁNDEZ, E.; ESCAMES, G.; CASTROVEIJO, A. D. The benefits of four weeks of melatonin treatment on circadian patterns in resistance-trained athletes. **Chronobiology International**. v. 32. n 8. p. 1125-1134. 2015.

MINETTO, M. A.; LANFRANCO, F.; TIBAUDI, A.; BALDI, M.; TERMINE, A.; GHIGO, E. Changes in awakening cortisol response and midnight salivary cortisol are sensitive markers of strenuous training-induced fatigue. **Journal of Endocrinological Investigation**. v. 31. p. 16-24. 2008.

NEAVE, N.; WOLFSON, W. Testosterone, Territoriality, and the “Home Advantage”. **Physiology & Behavior**. v. 78. p. 269-275. 2003.

Nunes, M. T. **Fisiologia Endócrina**. EM: AIRES, M. M. – Fisiologia. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 917-1031. 2013.

OTTON, R.; MARIN, D. P. **Sistema Endócrino e Exercício**. Em: Tania Cristina Pithon-Curi.

(Org.). *Fisiologia do Exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ed. p. 181-200. 2013.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 6ª ed. Barueri: Manole Ed., 2009.

QIN, F; ZHANG, J; ZAN, L; GUO, W; WANG, J; CHEN, L; CAO, Y; SHEN, O; TONG, J. Inhibitory effect of melatonina on testosterone synthesis is mediated via GATA-4/SF-1 transcription factors. **Reproductive Biomedicine Online**. v. 31. p. 638-646. 2015.

SANTANA, S. H. Relação cortisol/testosterona em atletas de futebol: um estudo de revisão sistemática. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**. v. 7. n 26. p. 435-440. 2015.

SOARES, J.; REBELO, A. N. Fisiologia do treinamento no alto desempenho do atleta de futebol. **Revista Usp**. v. 99. n 4. p. 91-106. 2013.

WILMORE, J. H; COSTILL, D. L.; KENNEY, W. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 4ª ed. Barueri: Manole Ed., 2010.