

# RESPOSTAS DE INDICADORES FISIOLÓGICOS A UM JOGO DE FUTEBOL



ARTIGO ORIGINAL  
ORIGINAL ARTICLE  
ARTÍCULO ORIGINAL

RESPONSES OF PHYSIOLOGICAL INDICATORS TO A SOCCER MATCH

RESPUESTAS DE INDICADORES FISIOLÓGICOS A UN PARTIDO DE FÚTBOL

Jader de Andrade Bezerra<sup>1</sup>  
(Educador Físico)

Neméia de Oliveira Farias<sup>1</sup>  
(Educadora Física)

Sandro Victor Alves Melo<sup>1</sup>  
(Educador Físico)

Romeu Paulo Martins Silva<sup>1</sup>  
(Educador Físico)

Antônio Clodoaldo Melo de Castro<sup>2</sup>  
(Educador Físico)

Faber Sérgio Bastos Martins<sup>3</sup>  
(Educador Físico)

José Augusto Rodrigues dos Santos<sup>4</sup>  
(Educador Físico)

1. Universidade Federal do Acre  
(UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

2. Faculdade do Acre (FAC), Rio  
Branco, Acre, Brasil.

3. Escola Superior de Ensino de Fafe  
(ESEF), Fafe, Portugal.

4. Faculdade de Desporto da  
Universidade do Porto (FADEUPE),  
Porto, Portugal.

## Correspondência:

Curso de Educação Física. Centro  
de Ciências da Saúde. Universidade  
Federal do Acre. Campus  
Universitário BR. 364 Km 04, Distrito  
Industrial. Rio Branco Acre. 69900-000.  
jader.ufac@gmail.com

## RESUMO

**Introdução:** A performance no futebol depende de vários fatores, entre eles, conhecimento das alterações fisiológicas ocorridas durante o jogo. **Objetivo:** Identificar as alterações hematológicas, imunológicas, enzimáticas, hormonais e inflamatórias decorrentes do aumento de suas concentrações plasmáticas após um jogo de futebol. **Métodos:** A amostra foi constituída por 42 atletas do sexo masculino, com média de idade de  $25,7 \pm 4,6$  anos, todos profissionais da modalidade futebol. Todos os atletas participaram de, no mínimo, 90 minutos de um jogo oficial. Foram realizadas análise sanguíneas 2 horas antes do jogo, após o jogo, e ainda, em 24, 48 e 72 horas. Foram analisadas as alterações nos biomarcadores hematológicos, imunológicos, enzimáticos (creatina quinase total - CKT, lactato desidrogenase - LDH, aspartato aminotransferase - AST), cortisol, testosterona e proteína C-reativa (PCR). **Resultados:** Foram verificadas alterações dos níveis de eritrócitos, Hb e Hct, no entanto, clinicamente irrelevantes e sem significado fisiológico. O número de leucócitos, neutrófilos, monócitos, eosinófilos e linfócitos apresentaram alterações significativas ( $p < 0,05$ ). Foram verificados picos de elevação após os jogos para a LDH e PCR e depois de 24 horas para a CKT e AST ( $p < 0,05$ ). As concentrações de cortisol aumentaram de forma significativa após os jogos enquanto os níveis de testosterona diminuíram; no período de 24 horas os padrões se reverteram ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** O jogo de futebol não altera de forma aguda os parâmetros hematológicos. A função imunológica apresenta leucocitose acentuada com expressão simultânea de neutrofilia e linfopenia. O jogo de futebol é suficientemente agressivo para induzir danos musculares, gera um estado catabólico, e ainda, aumenta as reações inflamatórias.

**Palavras-chave:** desempenho atlético; biomarcadores; futebol.

## ABSTRACT

**Introduction:** The performance in soccer depends on several factors, including the knowledge of physiological changes during a match. **Objective:** To identify the hematological, immunological, enzymatic, hormonal and inflammatory changes caused by increased plasma concentrations after a soccer match. **Methods:** The sample consisted of 42 male athletes with a mean age of  $25.7 \pm 4.6$  years, all professional soccer players. All athletes participated during at least 90 minutes in an official soccer match. Blood samples were analyzed 2 hours before the match, immediately after the match, and 24, 48 and 72 hours after the match. Changes in hematological, immunological and enzymatic (total creatine kinase - CKt, lactate dehydrogenase - LDH, aspartate aminotransferase - AST), cortisol, testosterone and C-reactive protein (CRP) biomarkers were analyzed. **Results:** There were changes in the levels of erythrocytes, Hb and Hct, although clinically irrelevant and with no physiological significance. The number of leukocytes, neutrophils, monocytes, eosinophils and lymphocytes showed significant changes ( $p < 0.05$ ). Rising peaks were observed 2 hours after the game for LDH and CRP and 24 hours after the game for CKt and AST ( $p < 0.05$ ). The cortisol concentrations increased significantly after the matches, whereas testosterone levels decreased. These patterns were reversed 24 hours after the match ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** The soccer match does not change acutely hematological parameters. Immune function exhibits a marked leukocytosis with simultaneous expression of neutrophilia and lymphopenia. The soccer matches are sufficiently intense to induce muscle damage, generate a catabolic state, and increase inflammatory reactions.

**Keywords:** athletic performance; biomarkers; soccer.

## RESUMEN

**Introducción:** El rendimiento en el fútbol depende de varios factores, entre ellos el conocimiento de los cambios fisiológicos durante el juego. **Objetivo:** Identificar las alteraciones hematológicas, inmunológicas, enzimáticas, hormonales e inflamatorias, que resultan del aumento en las concentraciones plasmáticas después de un partido de fútbol. **Métodos:** La muestra estuvo constituída por 42 atletas varones, con una edad media de  $25,7 \pm 4,6$  años, todos profesionales de la modalidad fútbol. Todos los atletas participaron por lo menos en 90 minutos de un juego oficial. Los análisis de sangre se realizaron 2 horas antes del partido, al final del juego y también a 24, 48 y 72 horas después. Se analizaron los cambios en los biomarcadores hematológicos, inmunológicos, enzimáticos (creatina quinasa total - CKt, lactato deshidrogenasa - LDH, aspartato aminotransferasa - AST), cortisol, testosterona, y proteína C-reativa (PCR). **Resultados:** Se observaron cambios en los niveles de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito, aunque clinicamente irrelevantes y sin importancia fisiológica. El número de leucocitos, neutrófilos, monocitos, eosinófilos y linfocitos tuvo

*cambios significativos ( $p < 0,05$ ). Se observaron picos de elevación de la LDH y la PCR después de los juegos y después de 24 horas hubo aumento de CKt y AST ( $p < 0,05$ ). Los niveles de cortisol aumentaron significativamente después de los juegos, mientras que los niveles de testosterona disminuyeron; en un período de 24 horas los patrones se invirtieron ( $p < 0,05$ ). Conclusión: El partido de fútbol no cambia de forma aguda los parámetros hematológicos. La función inmune presentó leucocitosis considerable con expresión simultánea de neutrofilia y linfopenia. El partido de fútbol es suficientemente agresivo para inducir daños musculares, lleva a un estado catabólico, y también aumenta las reacciones inflamatorias.*

**Descriptor:** *rendimiento deportivo; biomarcadores; fútbol.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220162203137068>

Artigo recebido em 29/06/2015 aprovado em 09/03/2016.

## INTRODUÇÃO

A performance no futebol, depende de vários fatores, dentre eles, o conhecimento das alterações ocorridas durante o jogo devem ser consideradas um componente essencial do treinamento, pois são subsídios para um correto planejamento e prescrição do treinamento.

As exigências metabólicas e agressões da homeostase corporal ocorridas durante o jogo<sup>1-3</sup> ocasionados principalmente pela complexidade dos movimentos cíclicos (e.g. corrida) acíclicos com forte expressão excêntrica (e.g. travagens, mudanças de direção, saltos, remates)<sup>4</sup> devem ser analisadas e interpretadas de forma a propiciar informações sobre as reais condições dos jogadores e possíveis estratégias, tanto de recuperação, bem como, de aprimoramento de determinadas qualidades físicas que poderão auxiliar o desempenho do jogador.

Os fatores inerentes ao jogo, como a desidratação, depleção de glicogênio, dano muscular e fadiga mental<sup>5,6</sup>, são exemplos de que a curto prazo, a fadiga pode se instalar e gerar declínio no desempenho físico durante as horas e dias subsequentes<sup>7</sup>, podendo persistir por até 72 horas pós-jogo<sup>2</sup>.

Dessa forma, todas as informações biológicas inerentes aos jogadores são importantes, pois quando o agente estressor das cargas de treinamento aplicadas após os jogos forem excessivas e/ou a recuperação insuficiente, efeitos indesejados podem surgir, elevando os danos musculares<sup>5</sup>.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar as alterações hematológicas, imunológicas, enzimáticas, hormonais e inflamatórias, decorrentes do aumento de suas concentrações plasmáticas após um jogo de futebol.

## MÉTODOS

A amostra foi constituída por 42 atletas do sexo masculino, de um universo de 160 jogadores entre titulares e suplentes (08 equipes), com idade média de 25,7±4,6 anos, todos profissionais da modalidade futebol de 11, participantes do Campeonato Acreano de Futebol da primeira divisão, Acre, Brasil. Foram selecionados de forma aleatória em média 50% dos atletas por jogo de cada equipe.

Os indivíduos foram previamente esclarecidos sobre os propósitos da investigação e procedimentos aos quais seriam submetidos, e em seguida assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Fundação Hospitalar do Acre (Fundacre), sob nº Protocolo nº: 648/2011.

### Desenho Experimental

O estudo foi realizado durante 7 jogos do campeonato Acreano de 2012. Cada sujeito foi avaliado em apenas um jogo. 72 horas antes de cada jogo, os atletas da equipe selecionada para o estudo, foram submetidos a medidas antropométricas e realizaram o protocolo shuttle run test, de Leger et al.<sup>8</sup>, para a estimativa do consumo máximo de

oxigênio. Os atletas que não apresentaram valores dos testes dentro da normalidade em relação aos demais jogadores foram excluídos da pesquisa. No dia do jogo, os atletas foram instruídos a chegar ao local da disputa 2 horas antes do seu início. Nesse intervalo foi realizada a 1º coleta sanguínea com todos os jogadores titulares. No final do jogo, foram excluídos os atletas que entraram no decorrer da partida (média de 3 atletas) e os atletas que apresentavam algum tipo de lesão aparente (dor que pudesse sugerir uma contusão, contusão, distensão, luxação ou entorse). Em média eram selecionados 5 a 7 jogadores por jogo. As demais coletas foram realizadas 24, 48 e 72 horas após o jogo com os atletas selecionados em cada partida. As coletas sanguíneas prosseguiram por mais 6 jogos até perfazer o total de sujeitos propostos no estudo.

Foram analisadas as alterações nos biomarcadores hematológicos, imunológicos, enzimáticos (creatina quinase total - CKt, lactato desidrogenase - LDH, aspartato aminotransferase - AST), cortisol, testosterona e proteína C-reativa.

### Análise bioquímica

As coletas sanguíneas foram realizadas em temperatura ambiente (sala reservada no local do jogo, refrigerada a temperatura de 20°C), por um profissional habilitado, com os sujeitos em posição sentada através de punção venosa após a desinfecção da região cutânea antecubital anterior do braço, com álcool a 95%. Foram retirados 5 ml de sangue em tubos ETDA-K3, que foram refrigerados e imediatamente transportadas para o laboratório que procedeu as análises. O tempo entre a coleta e as análises não foi superior a 30 minutos, para todas os testes, tempo máximo de deslocamento entre o local de coleta e o laboratório. O hemograma foi realizado por espectrofotometria, em um processo totalmente automatizado. As atividades séricas das enzimas creatina-quinase (CK), aspartato-aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), foram determinadas através do método enzimático. O cortisol e a testosterona foram analisadas através do método eletroquimioluminescências e a Proteína C reativa (PCr) foi analisada por determinação quantitativa por turbidimetria. As análises foram realizadas no aparelho Sysmex XT-1800i™ (Roche Diagnóstica, Kobe Japão), os reagentes utilizados foram os específicos de cada enzima, conforme instruções do fabricante.

### Análises estatísticas

A média e o desvio-padrão foram utilizados como medidas descritivas. Tendo em vista que os pressupostos de análise da normalidade dos dados não foram estabelecidos, recorreu-se ao teste não-paramétrico de Wilcoxon para medidas repetidas. O nível de significância estabelecido foi de ( $p < 0,05$ ), sendo utilizado o software SPSS 18.

## RESULTADOS

Na Tabela 1, estão os dados amostrais. Na Tabela 2, estão descritos os valores referentes às alterações no eritrograma dos atletas. Foram verificadas diferença nos índices de eritrócitos, Hb e Hct no período de 24 e 48 horas após o jogo ( $p < 0,05$ ).

Na Tabela 3, estão os resultados das avaliações do leucograma. Os valores de leucócitos, neutrófilos e monócitos aumentaram de forma significativa após o jogo ( $p < 0,05$ ), sendo que, os valores de leucócitos e monócitos permaneceram elevados por até 24 horas. Os valores de eosinófilos e linfócitos diminuíram após o jogo, retornando aos valores iniciais em até 48 horas ( $p < 0,05$ ).

Em relação às alterações enzimáticas, foram verificados picos de elevação após os jogos para a LDH e 24 horas para a CK e AST ( $p < 0,05$ ), permanecendo elevadas por até 48 horas (Figuras 1 e 2).

Os valores de Pcr aumentaram após o jogo, com pico de concentração no período de 24 horas, permanecendo aumentados até 48 horas quando comparados com os valores pré-jogo ( $p < 0,05$ ) (Figura 3).

As concentrações de Cortisol aumentaram de forma significativa após os jogos, enquanto que, no mesmo intervalo de tempo, os níveis de testosterona diminuíram ( $p < 0,05$ ). No período de 24 horas os padrões se invertem, os níveis de cortisol diminuíram atingindo valores menores que

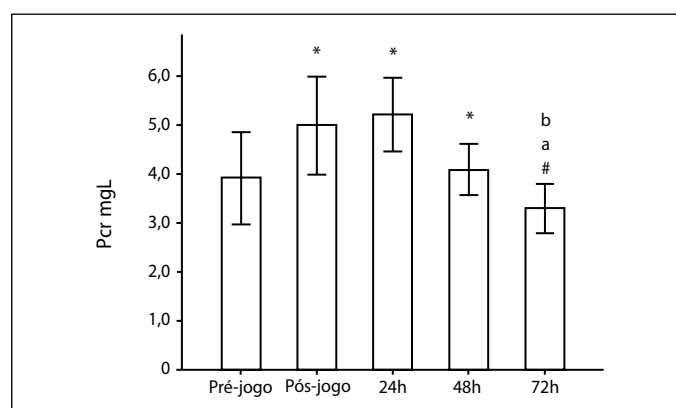
**Tabela 1.** Dados descritivos da amostra, com idade, peso, percentual de gordura e consumo máximo de oxigênio.

Idades (anos)	25,7	±	4,59
Peso (Kg)	75,8	±	6,36
Percentual de Gordura (%)	10,9	±	2,21
VO <sub>2</sub> max ml/kg/min	50,4	±	3,95

os de pré jogo, e os níveis de testosterona aumentaram ( $p < 0,05$ ) (Figura 4). A razão T/C diminuiu 31,4% após o jogo em relação aos valores de pré-jogo, e aumentou 433,3% no período de 24 horas em relação aos valores pós-jogo. Os marcadores apresentaram os níveis iniciais no intervalo de 72 horas.

## DISCUSSÃO

De forma geral a realização de esforços físicos intensos promovem hemoconcentração verificado através do aumento significativo do hematócrito<sup>9</sup>. No entanto, não verificamos após os 90 minutos de jogo alterações no eritrograma dos atletas. O que pode explicar essa divergência foi o fato de que os atletas puderam se hidratar *ad libitum* durante e ao final dos jogos, o que pode promover a normalização do



**Figura 1.** Alterações nos valores de Proteína Creativa (Pcr) em futebolistas antes (pré-jogo), após (pós-jogo), 24h, 48 e 72h após jogo de futebol. \* Diferença significativa entre o teste pré-jogo e os demais testes. # Diferença significativa entre o pós-jogo e os testes 24, 48 e 72 horas. <sup>a</sup> Diferença significativa entre 24h e os testes 48 e 72 horas. <sup>b</sup> Diferença significativa entre 24 e 72 horas. O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Alterações do Eritrograma (média e desvio padrão) em futebolistas antes, após, 24, 48 e 72h após jogo.

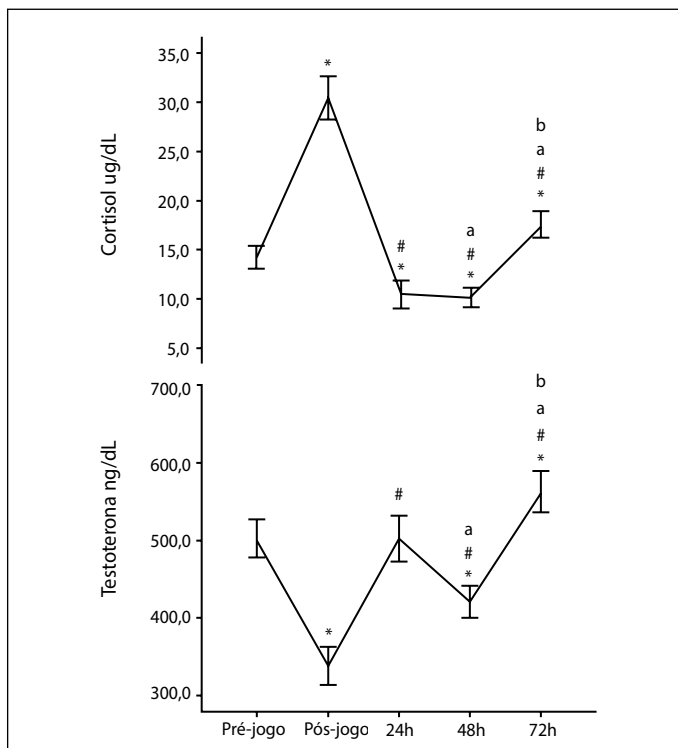
Indicadores	Antes			Após			24h			48h			72h		
	Média	±	Desvio	Média	±	Desvio	Média	±	Desvio	Média	±	Desvio	Média	±	Desvio
Eritrócitos (m/mm <sup>3</sup> )	5,11	±	0,47	5,11	±	0,39	4,94	±	0,36 <sup>a b</sup>	4,96	±	0,34 <sup>a b</sup>	5,02	±	0,36
Hb (g/dL)	14,62	±	0,90	14,65	±	0,97	14,23	±	0,78 <sup>a b</sup>	14,31	±	0,77 <sup>a b</sup>	14,41	±	0,81
Hct (%)	43,62	±	2,80	43,55	±	2,41	42,45	±	2,42 <sup>a b</sup>	42,95	±	2,69 <sup>a b</sup>	43,24	±	2,58
VGM (fl)	85,67	±	5,82	85,68	±	5,01	86,04	±	4,91	86,70	±	5,37	86,18	±	4,38
HGM (pg)	28,6	±	1,5	28,7	±	1,5	28,8	±	1,5	28,9	±	1,8	28,8	±	1,4
CHGM (%)	33,6	±	0,8	33,7	±	0,9	33,5	±	0,8	33,3	±	0,9	33,4	±	0,7
RDW (%)	13,4	±	0,7	13,5	±	0,7	13,5	±	0,7	13,4	±	0,6	13,4	±	0,6

Hb = Hemoglobina; Hct = Hematócrito; VGM = Volume Global Médio; HGM = Hemoglobina Global Média; CHGM = Concentração de Hemoglobina Global Média; RDW = Índice de Anisocitose eritrocitária; a O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ) entre o pré-teste (antes) e demais testes; b O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ) entre o pós-teste (após) e testes pós 24, 48 e 72h; c O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ) entre os testes pós 24, e os testes pós 48 e 72h.

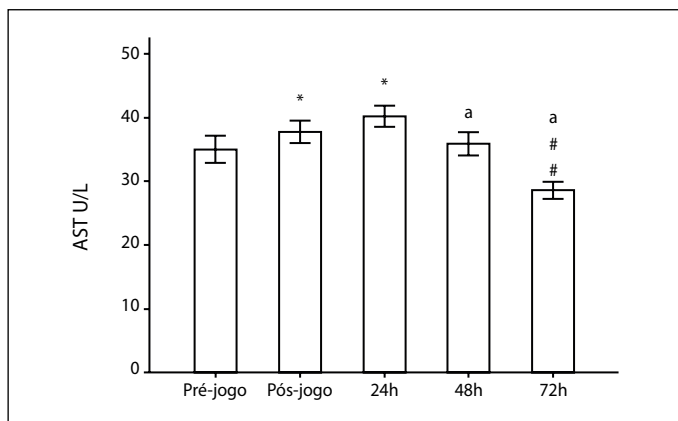
**Tabela 3.** Alterações do Leucograma (média e desvio padrão) em futebolistas antes, após, 24, 48 e 72h após jogo.

Indicadores	Antes			Após			24h			48h			72h		
	Média	±	Desvio	Média	±	Desvio	Média	±	Desvio	Média	±	Desvio	Média	±	Desvio
Leucócitos	6876,2	±	1543,5	12845,2	±	3189,7 <sup>a</sup>	7430,9	±	2058,6 <sup>a b</sup>	7080,9	±	1691,8 <sup>b</sup>	6966,7	±	1701,5 <sup>b</sup>
Neutrófilos	3740,2	±	1394,2	10280,2	±	3204,4 <sup>a</sup>	3863,8	±	1514,6 <sup>b</sup>	3759,3	±	1249,6 <sup>b</sup>	3710,5	±	1225,8 <sup>b</sup>
Eosinófilos	264,5	±	160,6	145,7	±	179,9 <sup>a</sup>	237,2	±	188,9 <sup>b</sup>	256,1	±	197,1 <sup>b</sup>	265,5	±	185,3 <sup>b</sup>
Monócitos	637,1	±	197,1	867,0	±	350,3 <sup>a</sup>	757,8	±	266,9 <sup>a b</sup>	623,8	±	196,1 <sup>b c</sup>	600,9	±	192,1 <sup>b c</sup>
Linfotos	2319,8	±	564,6	1543,3	±	561,8 <sup>a</sup>	2567,2	±	589,2 <sup>a b</sup>	2419,5	±	479,3 <sup>b c</sup>	2433,6	±	482,2 <sup>b c</sup>

<sup>a</sup> O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ) entre o pré-teste (antes) e demais testes; <sup>b</sup> O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ) entre o pós-teste (após) e testes pós 24, 48 e 72h; <sup>c</sup> O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ) entre os testes pós 24, e os testes pós 48 e 72h.



**Figura 2.** Alterações nos valores de Cortisol e Testosterona em futebolistas antes (pré-jogo), após (pós-jogo), 24h, 48 e 72h após jogo de futebol. \* Diferença significativa entre o teste o pré-jogo e os demais testes. # Diferença significativa entre o pós-jogo e os testes 24, 48 e 72 horas. a Diferença significativa entre 24h e os testes 48 e 72 horas. b Diferença significativa entre 48 e 72 horas. O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ).



**Figura 3.** Alterações nos valores de Aspartato Aminotransferase (AST) em futebolistas antes (pré-jogo), após (pós-jogo), 24h, 48 e 72h após jogo de futebol. \* Diferença significativa entre o teste o pré-jogo e os demais testes. # Diferença significativa entre o pós-jogo e os testes 24, 48 e 72 horas. a Diferença significativa entre 24h e os testes 48 e 72 horas. O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ).

volume plasmático com a consequente manutenção do hematócrito. Estes resultados estão em concordância com Gravina et al.<sup>10</sup> que não verificaram alterações clinicamente significativas nos eritrócitos, hemoglobina e hematócrito após jogo de futebol.

No período de 24 horas após os jogos, foi verificada pequenas reduções no número de eritrócitos, Hb e Hct, processo que segundo Banfi et al.<sup>11</sup>, pode ocorrer no decurso do período de competição, devido a hemodiluição subsequente ao aumento do volume plasmático por desvio dos líquidos extracelulares. Essa posição é corroborada por Karakoc et al.<sup>12</sup>, que verificaram em jogadores de futebol, após 90 minutos de treinamento realizado dois dias após o jogo, uma diminuição da viscosidade sanguínea e subsequente

reduções nos valores de Hb, VGM. No entanto, há de se destacar que o controle do peso e da hidratação dos atletas decorrer das 24, 48 e 72 horas, pode ser um fator limitante nesse processo.

Outro fator que pode ter contribuído para diminuição de eritrócitos, Hb, Hct, refere-se ao estresse mecânico da corrida, que segundo Schumacher et al.<sup>13</sup> é mais traumático e indutor da destruição das células vermelhas do sangue, e as quedas e choques característicos do futebol que podem acentuar quer a hemólise plantar quer a hemólise intravascular<sup>14</sup>. Essas reduções também foram verificadas em estudos que compararam os valores de Hct em período de pré-temporada com período de competição<sup>15</sup>.

No entanto, há de se ressaltar no presente estudo que apesar dos valores de eritrócitos, Hb e Hct apresentarem pequenas reduções significativas, estes valores são clinicamente irrelevantes e sem significado fisiológico, pois permaneceram dentro do limite de referência.

O leucograma dos atletas apresentaram alterações logo após os jogos, com um incremento significativo nas populações leucocitárias, no número de neutrófilos e em menor proporção no número de monócitos com seus valores permanecendo elevados por até 24 horas para os leucócito e monócitos. Já as concentrações de eosinófilos e linfócitos apresentaram reduções significativas após os jogos. Estes resultados são corroborados pelo estudo de Gravina et al.<sup>10</sup>, que verificou leucocitose com neutrofilia, bem como linfopenia e uma resposta inflamatória, após jogo de futebol.

A leucocitose normalmente é expressa pelo aumento do número de neutrófilos e constitui uma resposta aguda natural, que segundo Gleeson<sup>16</sup> e Martins e Rodrigues dos Santos<sup>17</sup>, esta depende da intensidade, tipo e duração do esforço.

Outros fatores (e.g., adrenalina, o cortisol, o hormônio de crescimento e a prolactina) que são conhecidos por terem efeitos imunomoduladores podem ter contribuído para a leucocitose<sup>16</sup>.

A neutrofilia apresentada segue um padrão de resposta aguda de neutrófilos que em geral apresenta um aumento acima do valor basal imediatamente após o exercício, sustentada por até 120 min<sup>18</sup>, decorrente da desmarginação dos neutrófilos provocada por alterações hemodinâmicas, como a elevação do débito cardíaco, associada à ação de catecolaminas e dos níveis de cortisol<sup>17,19</sup>.

A monocitose transitória apresentadas pode estar relacionada com a ativação dos macrófagos no mecanismo de resposta inflamatória<sup>20</sup>. Essa resposta inflamatória pode ser observada pelo aumento dos níveis séricos do indicador inflamatório PCR, que pode estar relacionada a um aumento dos neutrófilos e uma diminuição na porcentagem de linfócitos, isso se deve a um esforço para eliminar o tecido danificado e promover a reparação<sup>10</sup>.

Com relação à linfopenia, Nagatomi<sup>21</sup>, relata que o principal fator envolvido é o aumento da liberação de glicocorticoides, portanto, nossos resultados sugerem que a linfopenia pode estar relacionada principalmente aos elevados níveis de cortisol apresentados após os jogos, resultados que são corroborados pelo estudo de Shinkai et al.<sup>22</sup> e Malm et al.<sup>23</sup>.

Os níveis elevados de cortisol, segundo Ispiridis et al.<sup>2</sup>, podem resultar em diminuição do desempenho físico devido à síntese de proteína reduzida, perdas de proteínas contráteis e neurotransmissores, resultando em reduções de força, qualidade essencial para jogadores de futebol.

Um fator responsável pela redução da síntese de proteína é baixo nível de testosterona, que tem como uma de suas principais funções a estimulação da síntese de proteínas e o crescimento celular<sup>23</sup>.

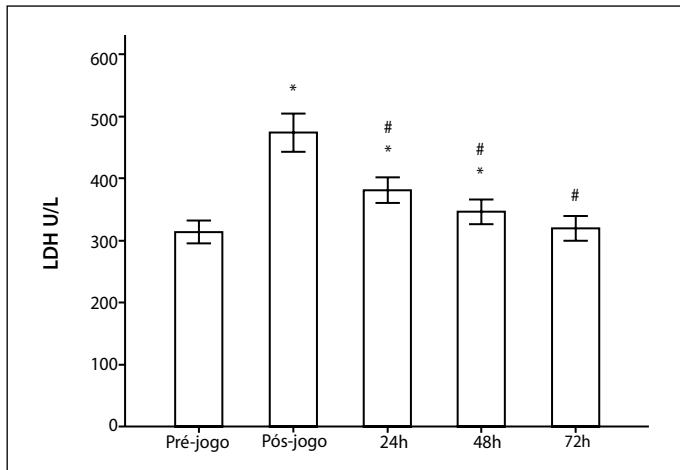
Portanto, os níveis elevados de PCR e baixos de testosterona

encontrados em nosso estudo, sugerem um estado catabólico presente na musculatura dos atletas após o jogo, processo apoiado pela razão T/C que apresentou reduções de 31,4% após o jogo, níveis que representam um alto grau de estresse imposto pelo exercício<sup>24</sup>, resultados que são corroborados por outros estudos<sup>25,26</sup>, que também verificaram níveis elevados de cortisol após o jogo ou treino.

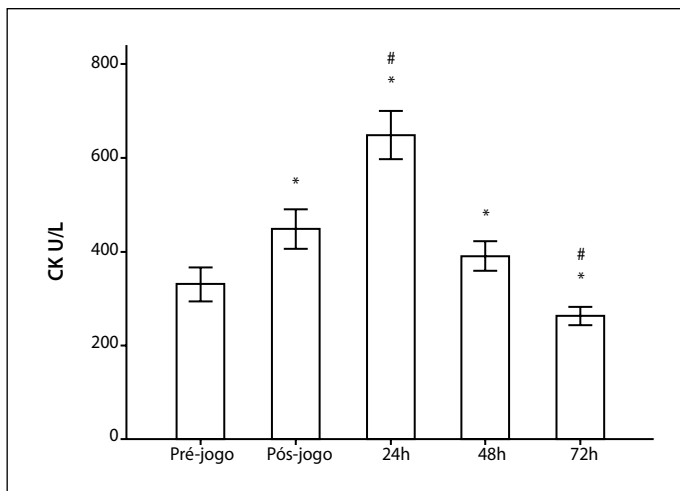
Após 24 horas foi verificado um aumento na atividade anabólica com níveis de testosterona elevados e um decréscimo dos níveis de cortisol.

Na análise enzimática, os valores de AST, aumentaram de forma significativa, no entanto, permaneceram dentro dos limites normais de referência (45 U/L) para homens<sup>27</sup>.

Os indicadores CKt e LDH (Figuras 4 e 5), na análise de pré-jogo apresentaram valores de repouso superiores aos limites de referência



**Figura 4.** Alterações nos valores de Lactato Desidrogenase (LDH) em futebolistas antes (pré-jogo), após (pós-jogo), 24h, 48 e 72h após jogo de futebol. \* Diferença significativa entre o teste o pré-jogo e os demais testes. # Diferença significativa entre o pós-jogo e os testes 24, 48 e 72 horas. O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ).



**Figura 5.** Alterações nos valores de Creatina Quinase total (CKt) em futebolistas antes (pré-jogo), após (pós-jogo), 24h, 48 e 72h após jogo de futebol. \* Diferença significativa entre o teste o pré-jogo e os demais testes. # Diferença significativa entre o pós-jogo e os testes 24, 48 e 72 horas. O nível de significância estabelecido ( $p < 0,05$ ).

para sujeitos inativos (CKt 171 U/L; LDH 248 U/L)<sup>27,28</sup>, esses dados sugerem que o treinamento diário da modalidade, com as sessões de treino que geralmente se assemelham com as ações do jogo, com arrancadas, travagens e rápidas mudanças de direção, podem resultar em elevação contínua do dano muscular<sup>28</sup> e, portanto, esses valores devem ser considerados normais<sup>29</sup>, mesmo porque, o período de tempo entre o último treino e o jogo, intervalo de 24 horas é insuficiente para que estes valores retornem aos níveis basais<sup>28</sup>.

Após o jogo os valores de CKt e LDH, aumentaram de forma significativa, apresentando um ápice logo após o jogo para a LDH e 24 horas para a CKt, resultados que são corroborados por outros estudos<sup>1-3</sup>, retornando aos valores iniciais no período de 48 horas<sup>30</sup>.

Os danos musculares, verificados através dos níveis elevados de CKt mostram que o jogo de futebol é agressivo o suficiente para romper a faixa de normalidade do metabolismo miofibrilar ocasionando alterações significativas na permeabilidade da membrana, na qual, possibilitou uma maior movimentação da enzima citosólica que está especificamente ligada à estrutura da linha M miofibrilar localizado no sarcômero<sup>31</sup> para a corrente sanguínea.

Esses danos musculares, segundo Clarkson e Hubal<sup>32</sup> são acentuados quando os exercícios são realizados com elevado número de contrações excêntricas, características predominantes dos movimentos intermitentes cíclicos e principalmente acíclicos do futebol (travagens, mudanças de direção, saltos, remates, quedas e choques corporais)<sup>2</sup>, o que indica a ocorrência de destruição tecidual<sup>33</sup>, podendo variar entre sujeitos, pois dependem da idade, gênero, raça, massa muscular, tipo de atividade física, condição climática, nível de performance do atleta, intensidade e duração do exercício<sup>31</sup>.

Em relação à LDH, enzima que interconverte o piruvato em lactato<sup>31</sup>, após esforços intermitentes seus níveis se apresentam elevados<sup>4,2,30</sup>, resultados que são corroborados pelo nosso estudo, no entanto, seus índices apresentaram menores proporções do que os valores encontrados para CKt, isso indica que a LDH é um indicador menos sensível de dano muscular<sup>30</sup>.

## CONCLUSÃO

O jogo de futebol não altera de forma aguda os parâmetros hematológicos. As diferenças verificadas após os jogos nos valores de eritrócitos, Hb e Hct apesar de estatisticamente significativas são clinicamente irrelevantes e sem significado fisiológico. A função imune é significativamente alterada após jogo de futebol verificando-se marcada leucocitose com expressão simultânea de neutrofilia e linfopenia. O jogo de futebol também é suficientemente agressivo para induzir danos musculares, expressos pela elevação plasmática das enzimas CK, LDH e AST, gera um estado catabólico, observado pelos níveis elevados de cortisol e diminuição dos níveis de testosterona, e ainda, aumenta as reações inflamatórias, verificado pelos níveis elevados de Pcr. O estudo das alterações e *clearance* destas enzimas podem ser um indicador útil para a construção do processo de treino.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

**CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. Os autores JAB (0000-0002-3703-5915)\*, NOF (0000-0001-5515-8380)\* e SVAM (0000-0002-2897-5999)\* participaram ativamente na coleta de dados e discussão dos resultados e foram os principais contribuintes na redação do manuscrito. Os autores RPMS (0000-0002-8368-158X)\* e ACMC (0000-0003-1806-0813)\* avaliaram os dados da análise estatística. Os autores FSBM (0000-0002-9343-7994)\* e JARS (0000-0002-6628-1410)\* realizaram a pesquisa bibliográfica, a revisão do manuscrito e contribuíram com o conceito intelectual do estudo. \*Numero ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

## REFERÊNCIAS

1. Şenel Ö, Akyüz M. The occurrence of muscle damage in male soccer players. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*. 2010;10(1):55-9.
2. Ispirlidis I, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I, et al. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clin J Sport Med*. 2008;18(5):423-31.
3. McLellan CP, Lovell DJ, Gass GC. Creatine kinase and endocrine responses of elite players pre, during, and post rugby league match play. *J Strength Cond Res*. 2010;24(11):2908-19.
4. Andrzejewski M, Domaszewska K, Chmura J, Rychlewski T, Kubalewska M. Influence of speed training loads on the activity of creatine kinase and lactic dehydrogenase and the concentration of oxypurines in blood samples of young football players. *Med Sportowa*. 2008;24(3):149-58.
5. Angelini C. Limb-girdle muscular dystrophies: heterogeneity of clinical phenotypes and pathogenetic mechanisms. *Acta Myol*. 2004;23(3):130-6.
6. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med*. 2012;42(12):997-1015.
7. Elias GP, Wyckelsma VL, Varley MC, McKenna MJ, Aughey RJ. Effectiveness of water immersion on postmatch recovery in elite professional footballers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(3):243-53.
8. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988;6(2):93-101.
9. Ring C, Patterson SM, Bacon SL, Veldhuijzen van Zanten JJ, Willemsen G, Carroll D. Reliability of hematology during rest and stress in healthy adults. *Biol Psychol*. 2008;77(1):63-8.
10. Gravina L, Ruiz F, Lekue JA, Irazusta J, Gil SM. Metabolic impact of a soccer match on female players. *J Sports Sci*. 2011;29(12):1345-52.
11. Banfi G, Lundby C, Robach P, Lippi G. Seasonal variations of haematological parameters in athletes. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(1):9-16.
12. Karakoc Y, Duzova H, Polat A, Emre MH, Arabaci I. Effects of training period on haemorrhological variables in regularly trained footballers. *Br J Sports Med*. 2005;39(2):e4.
13. Schumacher YO, Schmid A, Grathwohl D, Bultermann D, Berg A. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(5):869-75.
14. Robinson Y, Cristancho E, Boning D. Intravascular hemolysis and mean red blood cell age in athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(3):480-3.
15. Ostojic SM, Ahmetovic Z. Indicators of iron status in elite soccer players during the sports season. *Int J Lab Hematol*. 2009;31(4):447-52.
16. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol*. 2007;103(2):693-9.
17. Martins FSB, Rodrigues dos Santos JA. Alterações agudas induzidas por uma prova de triathlon longo em diferentes biomarcadores enzimáticos e da função imune. *Rev Bras Fisiol Exerc*. 2012;11(1):7-12.
18. Freidenreich DJ, Volek JS. Immune responses to resistance exercise. *Exerc Immunol Rev*. 2012;18:8-41.
19. Gabriel H, Schwarz L, Steffens G, Kindermann W. Immunoregulatory hormones, circulating leucocyte and lymphocyte subpopulations before and after endurance exercise of different intensities. *Int J Sports Med*. 1992;13(5):359-66.
20. Ortega E, Forner MA, Garcia JJ, Rodriguez AB, Barriga C. Enhanced chemotaxis of macrophages by strenuous exercise in trained mice: thyroid hormones as possible mediators. *Mol Cell Biochem*. 1999;201(1-2):41-7.
21. Nagatomi R. The implication of alterations in leukocyte subset counts on immune function. *Exerc Immunol Rev*. 2006;12:54-71.
22. Shinkai S, Watanabe S, Asai H, Shek PN. Cortisol response to exercise and post-exercise suppression of blood lymphocyte subset counts. *Int J Sports Med*. 1996;17(8):597-603.
23. Malm C, Ekblom O, Ekblom B. Immune system alteration in response to two consecutive soccer games. *Acta Physiol Scand*. 2004;180(2):143-55.
24. Banfi G, Dolci A. Free testosterone/cortisol ratio in soccer: usefulness of a categorization of values. *J Sports Med Phys Fitness*. 2006;46(4):611-6.
25. Thorpe R, Sunderland C. Muscle damage, endocrine, and immune marker response to a soccer match. *J Strength Cond Res*. 2012;26(10):2783-90.
26. Silva ASR, Papoti M, Santhiago V, Pauli JR, Gobatto CA. Serum and plasma hormonal concentrations are sensitive to periods of intensity and volume of soccer training. *Sci Sports*. 2011;26(5):278-85.
27. Schumann G, Klauke R. New IFCC reference procedures for the determination of catalytic activity concentrations of five enzymes in serum: preliminary upper reference limits obtained in hospitalized subjects. *Clin Chim Acta*. 2003;327(1-2):69-79.
28. Ehlers GG, Ball TE, Liston L. Creatine kinase levels are elevated during 2-a-day practices in collegiate football players. *J Athl Train*. 2002;37(2):151-6.
29. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med*. 2007;41(10):674-8.
30. Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Martin GJ, Howard RL, Ratamess NA, et al. Recovery from a national collegiate athletic association division I football game: muscle damage and hormonal status. *J Strength Cond Res*. 2009;23(1):2-10.
31. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem Lab Med*. 2010;48(6):757-67.
32. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81(11 Suppl):S52-s69.
33. Paschalis V, Koutedakis Y, Jamurtas AZ, Mougios V, Baltzopoulos V. Equal volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):184-8.