

EFEITOS DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS PSICOFISIOLÓGICAS PRÉ-TEMPORADA DE FUTEBOL



ARTIGO ORIGINAL

EFFECTS OF THE TRAINING ON PSYCHOPHYSIOLOGICAL VARIABLES IN SOCCER PRESEASON

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO EN LAS VARIABLES PSICOFISIOLÓGICAS EN PRETEMPORADA DE FÚTBOL

Daniel Gustavo Schimitz de Freitas (Educador Físico)¹
Alexandre Pinto (Farmácia e Bioquímica)²
Vinicius de Oliveira Damasceno (Educador Físico)³
Victor Hugo de Freitas (Educador Físico)⁴
Bernardo Miloski (Educador Físico)⁵
Maurício Gattás Bara Filho (Educador Físico)¹

1. Faculdade de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, Brasil.

2. Departamento de Bioquímica, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, Brasil.

3. Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

4. Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

5. Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência:

Victor Hugo de Freitas, Rua Ibitiguaiá, 690, Santa Luzia, Juiz de Fora, MG, Brasil, 36031-000, victorfre@ig.com.br.

RESUMO

Objetivo: Verificar o efeito da carga de treinamento em variáveis bioquímicas, psicológicas, fisiológicas e hematológicas durante uma pré-temporada em atletas profissionais de futebol. **Métodos:** Oito jogadores de futebol profissional foram monitorados por 21 dias durante uma pré-temporada e submetidos a quatro avaliações (T1, T2, T3 e T4). As variáveis analisadas foram: concentração de hemoglobina, creatina quinase, questionário POMS e variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e da frequência. A carga de treinamento de cada sessão foi quantificada através do método TRIMP. **Resultados:** A creatina quinase aumentou significativamente ($p < 0,05$) em T2 e T3 com relação a T1, seguindo o comportamento da carga de treinamento. As outras variáveis não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) e não foram encontradas correlações entre as variáveis. **Conclusão:** Parece que a creatina quinase é a variável mais sensível à carga de treinamento do que as outras analisadas. Os valores da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência apresentam uma tendência na resposta para mudanças na carga de treinamento.

Palavras-chave: esportes, desempenho atlético, creatina quinase, fadiga.

ABSTRACT

Objective: To verify the effect of training load in biochemical, psychological, physiological and hematological variables during a pre-season in professional soccer players. **Methods:** Eight male professional soccer players were monitored for 21 days during a pre-season and submitted to four evaluations (T1, T2, T3 and T4). The variables analysed were: hemoglobin, creatine kinase, POMS questionnaire and heart rate variability in time and frequency domains. The load of each training session was quantified using the TRIMP method. **Results:** Creatine kinase increased significantly ($p < 0.05$) in T2 and T3 with respect to T1, following the behaviour of the training load. The other variables showed no significant difference ($p > 0.05$) and no correlations between variables were found. **Conclusion:** It seems that creatine kinase is the most sensitive variable to training load compared to the other variables. Heart rate variability values in frequency domain presented a trend in response to changes in training load.

Keywords: sports, athletic performance, creatine kinase, fatigue.

RESUMEN

Objetivo: Verificar el efecto de la carga de entrenamiento, en variables bioquímicas, psicológicas, fisiológicas y hematológicas, durante una pretemporada en atletas profesionales de fútbol. **Métodos:** Ocho jugadores de fútbol fueron monitoreados durante 21 días, a lo largo de una pretemporada, y fueron sometidos a cuatro evaluaciones (T1, T2, T3 y T4). Las variables analizadas fueron: concentración de hemoglobina, creatina quinasa, cuestionario POMS y variabilidad de la frecuencia cardíaca en el dominio del tiempo y de la frecuencia. La carga de entrenamiento de cada sesión fue cuantificada mediante el método TRIMP. **Resultados:** La creatina quinasa aumentó significativamente ($p < 0,05$) en T2 y T3, en relación con T1, siguiendo el comportamiento de la carga de entrenamiento. Las otras variables no presentaron diferencia significativa ($p > 0,05$) y no se encontraron correlaciones entre las variables. **Conclusión:** Parece que la creatina quinasa es la variable más sensible a la carga de entrenamiento, en comparación con las otras analizadas. Los valores de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, en el dominio de la frecuencia, presentaron una tendencia en la respuesta para modificaciones de la carga de entrenamiento.

Palabras clave: deportes, desempeño atlético, creatina quinasa, fatiga.

Artigo recebido em 14/04/2012, aprovado em 01/11/2013.

INTRODUÇÃO

O futebol é uma atividade competitiva de longa duração e grande demanda física, praticada através de ações intermitentes com vários níveis de intensidades que requerem a participação dos três sistemas

energéticos¹. Em virtude das características do futebol, os jogadores são submetidos a um forte estresse nos treinamentos e, principalmente, nos jogos. Portanto, atletas em alto nível, devem ser capazes de realizar exercícios intensos e recuperar-se rapidamente desses estímulos^{2,3}.

É importante considerar que há uma linha tênue entre o treinamento ideal para o máximo rendimento e o excessivo⁴. Assim, para que o atleta possa manter um rendimento satisfatório ao longo de treinamentos e competições, é necessário que haja um equilíbrio entre as cargas de trabalho (jogos e treinos) e o período destinado à recuperação⁵. Neste contexto, a mensuração adequada da magnitude do treinamento, bem como do efeito que isso provoca ao organismo do atleta permite uma melhor programação do treinamento para evitar o excesso ou a subestimação da carga, assegurando que os jogadores estejam no auge de sua condição física na competição^{4,6}.

Sabe-se que o exercício intenso, seguido por uma recuperação insuficiente, relaciona-se de forma direta com o aumento do dano ao tecido muscular, verificada pelo aumento dos níveis séricos de creatina quinase (CK), além de afetar negativamente o estado de humor (diminuição da percepção de vigor e aumento da percepção de fadiga)⁷⁻¹¹. Outras investigações também apontam que o treinamento intensificado pode trazer alterações na resposta autonômica cardíaca, com diminuição de índices relacionados à variabilidade da frequência cardíaca (VFC), bem como a queda de alguns parâmetros hematológicos como a concentração de hemoglobina (Hgb)¹²⁻¹⁵. Estas condições podem acarretar uma queda no rendimento do atleta^{10,15} que pode ser revertida, com recuperação adequada, em até duas semanas, caracterizando o *overreaching*. Caso a relação esforço-recuperação inadequada se prolongue, o atleta pode vir a manifestar a síndrome do *overtraining*⁵. Dessa forma, sugere-se que o monitoramento do processo de treinamento deva ser realizado por marcadores psicológicos, fisiológicos, bioquímicos e hematológicos, conjuntamente⁴.

Apesar da grande dimensão do futebol, observa-se uma carência de estudos utilizando, no mesmo grupo, marcadores das quatro categorias supracitadas para o acompanhamento sistemático dos efeitos da carga de treinamento em atletas profissionais de futebol durante uma pré-temporada. Isto se torna interessante visto ser um período no qual o atleta está retornando de férias e conseqüentemente não se encontra em sua melhor condição física, sendo submetido a um grande número de sessões de treinamento, em um curto período de tempo, para condicionar-se e estar apto a iniciar a temporada competitiva. Além disso, ainda não há um consenso sobre a utilização de variáveis de diferentes categorias no controle dos treinamentos nesse esporte, principalmente nessa fase da periodização. Portanto, o monitoramento preciso e regular através de marcadores bioquímicos, psicológicos, fisiológicos e hematológicos pode servir como mais uma ferramenta para técnicos, fisiologistas e preparadores físicos no melhor equilíbrio entre carga e recuperação na periodização da pré-temporada, além de se observar uma necessidade de encontrar um marcador mais confiável e aplicável para representar os efeitos da carga de treinamento.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da carga de treinamento sobre marcadores bioquímicos, psicológico, fisiológico e hematológico durante uma pré-temporada de uma equipe de futebol profissional.

METODOLOGIA

Participaram do estudo oito jogadores profissionais titulares de uma equipe de futebol masculina da 1ª Divisão do Campeonato Mineiro (Minas Gerais, Brasil) (22,1 ± 2,2 anos, 9,37 ± 1,79 % de gordura, 177,4 ± 3,7 cm de altura, 74,3 ± 4,5 kg e 13,53 ± 0,79 km/h a velocidade de limiar de lactato). Inicialmente foram selecionados os 14 jogadores de linha da equipe, entretanto, três atletas, devido a lesões, e outros três dispensados pelo clube durante o estudo foram excluídos da amostra. Todos

os jogadores foram considerados aptos a iniciar os treinamentos após avaliação médica. Os mesmos foram informados dos possíveis riscos envolvidos no experimento antes de assinar o termo de consentimento aceitando as condições do estudo e autorizando a divulgação dos dados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, sob o parecer nº 399/2007.

Foram monitorados 21 dias de treinamento da pré-temporada a partir do retorno das férias, totalizando 30 sessões com 42,4 horas de treinamento divididas em: alongamento e aquecimento (303 min - 5,1 h), físico (806 min - 13,5 h), técnico (303 min - 5,8 h), tático (424 min - 7,1 h), coletivos e jogos treino (666 min - 11,1 h).

O período de pré-temporada acompanhado foi dividido em três momentos (entre as avaliações): O primeiro (1º ao 8º dia) contou com 14 sessões de treino totalizando 1075 minutos (17,92 h); o segundo (9º ao 15º dia), contou com nove sessões de treino totalizando 816 minutos (13,6 h); e o terceiro (16º ao 21º dia), contou com sete sessões de treino totalizando 655 minutos (10,92 h).

Foram realizadas quatro avaliações: um pré-teste (T1), duas avaliações intermediárias (T2 e T3) e uma avaliação final (T4), que contaram com o preenchimento de um questionário, coleta de sangue e a mensuração dos intervalos RR em repouso. Estes procedimentos foram realizados nesta seqüência. O intervalo entre o T1 e a T2 foi de oito dias (14 sessões); entre T2 e T3 foi de sete dias (9 sessões) e entre T3 e T4 foi de seis dias (7 sessões). Todas as avaliações foram realizadas no período da manhã, entre 7 e 9 horas, antes da primeira sessão de treino do dia.

Os atletas foram orientados a permanecerem em jejum por 12 horas antes da avaliação, não ingerir bebidas alcoólicas ou que continham cafeína, não fazer uso de nenhum medicamento e dormir pelo menos por 7 horas na noite que antecedia o teste.

Para a análise do estado de humor, foram utilizadas as escalas de vigor e fadiga do questionário Perfil de Estados de Humor POMS – *Profile of Mood States*¹⁶, que mede o estresse psicológico. Os 15 itens são respondidos através de uma escala de Likert de cinco pontos.

A coleta de sangue foi feita por um profissional universitário com reconhecida prática, de maneira a garantir uma punção venosa menos traumática e um mínimo de desconforto aos participantes. Todas as recomendações de biossegurança foram atendidas, protegendo tanto os pesquisadores quanto os participantes. Aproximadamente 7 mL de sangue foram coletados da fossa antecubital do braço direito, sendo que cerca de 2 mL de sangue foram colocados em tubo contendo 20 µL de solução aquosa de etilenodiaminotetracetado dissódico a 10% para a realização do hemograma e aproximadamente 5 mL foram colocados em tubo sem anticoagulante, para a análise da CK. O sangue foi centrifugado a 2500 rpm em uma centrífuga clínica por 10 minutos e o soro obtido foi usado imediatamente para a determinação quantitativa dos níveis séricos desta enzima. A determinação quantitativa dos níveis séricos de CK foi feita usando método de cinética contínua ultravioleta a 37º C em espectrofotômetro (BT 3000 Plus) com reagentes (Wiener®, Brasil) específicos de cada enzima, conforme instruções do fabricante (*In Vitro Diagnóstica*®, Brasil). A hemoglobina foi dosada por espectrofotometria, um processo totalmente automatizado através do aparelho *Cell Dyn 3500* (Abbott Diagnostics®, Estados Unidos). O sangue foi diluído com uma solução (*Lyse solution*), que contém em sua composição tampões, sal de amônio quaternário e sal de hidroxilamina.

Mensuração e análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em repouso

Para o monitoramento da VFC (ms) em repouso foi utilizado um cardiofrequencímetro (Polar® modelo RS800, Finlândia). Os atletas foram mantidos na posição supina, em um ambiente silencioso e semiescuro,

por 15 minutos em repouso total, sendo realizada a mensuração da frequência cardíaca, batimento a batimento, com registro da cada intervalo RR (IRR) durante os últimos 10 minutos. A respiração foi monitorada (dados não apresentados), mas não controlada, assim como a temperatura ambiente devido ao fato das coletas serem realizadas em condições de campo.

Os dados registrados foram transferidos para o computador por meio de interface com dispositivo infravermelho e captados pelo programa de processamento e análise de sinais *Polar Precision Performance* (Polar®, Finlândia), que calcula instantaneamente os IRR e a diferença entre os picos R sucessivos. O sinal resultante foi passado por um filtro de potência moderado que elimina batimentos ectópicos e artefatos substituindo-os por uma média dos IRR precedentes e sucessivos. O procedimento de filtragem e o critério de substituição são do próprio programa. Para a análise da VFC no domínio do tempo e da frequência, foram utilizados somente 5 minutos consecutivos (3º ao 8º minuto) manualmente selecionados. Os segmentos de 5 minutos de cada jogador, em cada avaliação, contaram com menos de 5% de IRR interpolados.

A análise no domínio do tempo permitiu o estudo da variação absoluta dos IRR ou da diferença entre IRR consecutivos, através de métodos estatísticos, sendo calculados: o desvio padrão dos IRR normais (SDNN), a raiz quadrada da média da diferença entre IRR consecutivos (RMSSD), Porcentagem dos IRR nos quais as diferenças sucessivas entre eles são maiores do que 50 milissegundos (pNN50). A análise espectral dos tacogramas dos intervalos RR normais (iNN) foi realizada através do *Software for Advanced Heart Rate Variability Analysis*¹⁷. A densidade espectral de potência foi calculada por meio de um algoritmo não paramétrico baseado na transformada rápida de Fourier, após a remoção de tendência (*smooth prior*/suavização prévia) e reamostragem dos dados a 4 Hz, usando *cubic spline*. Assim foi estimada a potência do componente de baixa frequência (LF – 0,04 a 0,15 Hz), a potência do componente de alta frequência (HF – 0,15 a 0,4 Hz) e a relação LF/HF. Foi utilizado o LF e o HF em unidades normalizadas (U.N.).

Quantificação da carga de treinamento

A frequência cardíaca (FC) foi mensurada durante todos os treinamentos através do cardiofrequencímetro (Polar® modelo RS800, Finlândia). Em cada sessão de treino, três atletas eram monitorados, sendo feito um revezamento entre os oito jogadores que participaram do estudo. Todos os dados foram registrados através do programa de computador *Polar Precision Performance* (Polar®, Finlândia), o qual permitiu a seleção de valores de referência da FC para estratificar a intensidade do exercício em cinco níveis como proposto por Stagno *et al.*¹⁸: I (65 a 71% FC_{máx}), II (72 a 78% FC_{máx}), III (79 a 85% FC_{máx}), IV (86 a 92% FC_{máx}) e V (93 a 100% FC_{máx}). Assim, as cargas de cada sessão de treinamento foram quantificadas pelo método TRIMP modificado (Impulso de treinamento) que utiliza os seguintes fatores de correção: nível I (1,25), nível II (1,71), nível III (2,54), nível IV (3,61) e nível V (5,16)¹⁸. O tempo gasto em cada nível de intensidade foi multiplicado por seu respectivo fator de correção a partir do qual se obteve um valor em unidades arbitrárias (U.A.). Os valores das diferentes faixas foram somados o que permitiu a totalização do impulso de treinamento de cada sessão do dia de treino e do momento avaliado.

Análise estatística

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão (média ± DP). A normalidade da distribuição das variáveis foi examinada pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$), sendo que algumas variáveis fo-

ram classificadas como normais e uma como não normal. Foi realizado também o teste de Levene para verificar a homogeneidade da amostra, sendo isto confirmado. Para a comparação entre as médias foi utilizado ANOVA para mensurações repetidas (normais) e Kruskal-Wallis (não normais). Quando uma diferença significativa foi encontrada, realizou-se um *post hoc* de Tukey HSD, e para as não normais o teste da mediana. O teste de Spearman foi realizado para verificar a correlação entre as variáveis. O nível de significância estatística adotado foi $p < 0,05$. Foi realizada uma análise de regressão de segunda ordem, entre as variáveis e os momentos do treinamento. Para a análise dos dados foi utilizada o programa (SPSS®, versão 13.0., Estados Unidos).

RESULTADOS

O impulso diário de treinamento entre as avaliações pode ser observado na Figura 1. O impulso total de treinamento foi de 1403,2, 750,9 e 592,5 U.A., no primeiro, segundo e terceiro momentos, respectivamente.

Os valores da enzima CK nas mensurações T1, T2, T3 e T4 foram, respectivamente, $231,5 \pm 118,7$, $671,4 \pm 178,3$, $646,8 \pm 291,1$, $506,4 \pm 262,9$ U.I.L⁻¹. A resposta desta enzima em relação à carga de treino pode ser observada na figura 2. Houve um aumento significativo na CK ($p < 0,05$) ao final do primeiro momento (T2) em relação à avaliação inicial (T1), o qual se manteve significativamente maior após o segundo momento (T3). Ao final do terceiro momento (T4),

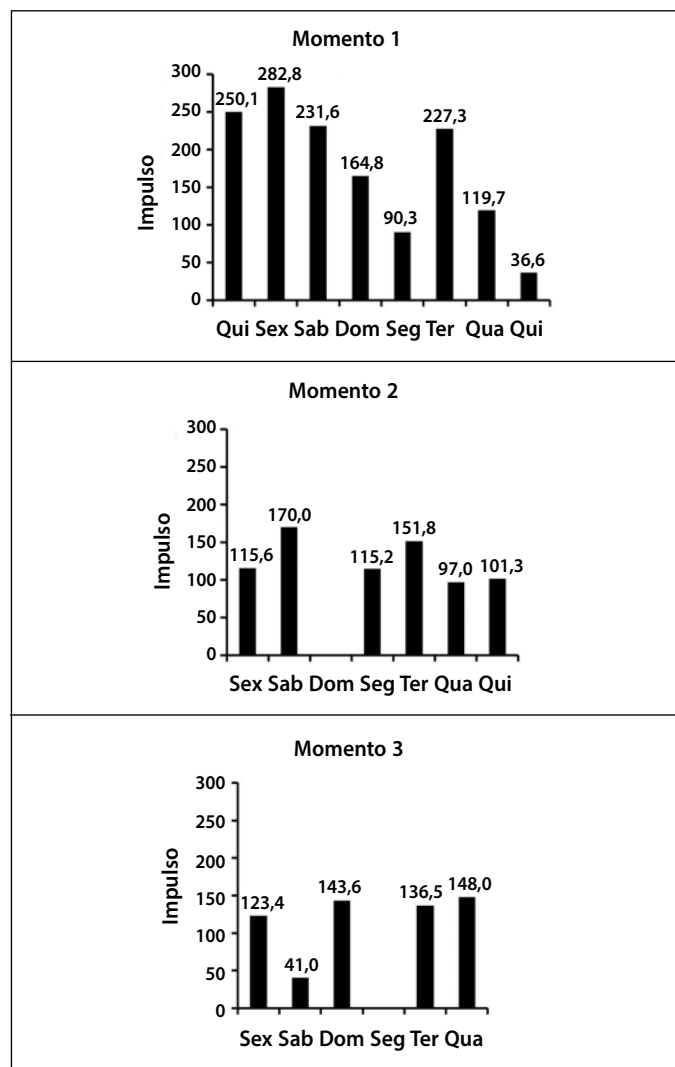


Figura 1. Impulso de treinamento (TRIMP modificado) diário durante o período de monitoramento.

houve uma redução, não significativa ($p > 0,05$), nos níveis de CK em relação às duas mensurações intermediárias. O valor de CK na última avaliação (T4) não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) em relação à avaliação inicial (T1).

Os valores do vigor nas mensurações T1, T2, T3 e T4 foram, respectivamente, $23,3 \pm 4,1$, $22,0 \pm 4,8$, $22,1 \pm 4,1$, $21,8 \pm 4,2$ pontos, e da fadiga $4,0 \pm 4,3$, $4,9 \pm 2,5$, $4,4 \pm 3,0$, $2,8 \pm 2,3$ pontos. Tanto o vigor quanto a fadiga não apresentaram valores significativamente diferentes nas mensurações. Observa-se através da análise de regressão de segunda ordem (figura 2) uma tendência das variáveis fadiga e vigor de apresentarem respostas direta e indiretas, respectivamente, com as oscilações da carga de treinamento. Quando foi realizado o teste de correlação entre as variáveis CK, vigor e fadiga, não foi constatada nenhuma correlação significativa ($p > 0,05$) entre as variáveis analisadas.

A Hgb apresentou valores de $14,8 \pm 1,2$, $14,2 \pm 1,3$, $14,1 \pm 1,2$, $14,5 \pm 1,1$ g.dL⁻¹, nas mensurações (T1, T2, T3, T4), respectivamente. Não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) em nenhum dos momentos avaliados, apesar de ser observada uma redução dos valores médios após o aumento da carga em T2 que se manteve em T3 e um aumento nos valores médios em T4 com a redução do impulso de treino. Este comportamento pode ser observado na figura 2 que denota a tendência de oscilação da variável em função da carga de treino, no entanto com os valores mais baixos foram encontrados em T3.

A VFC no domínio do tempo não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre nenhuma das avaliações realizadas. Os valores destas variáveis podem ser observados na tabela 1. Os valores da VFC no domínio da frequência nas mensurações (T1, T2, T3, T4) foram, respectivamente, $45,9 \pm 16,8$, $51,6 \pm 19,1$, $57,8 \pm 19,6$, $50,9 \pm 16,9$ para LF unidades normalizadas (U.N.), $52,0 \pm 19,4$, $48,4 \pm 19,1$, $42,2 \pm 19,6$, $49,1 \pm 16,9$ para HF U.N. e $1,14 \pm 0,79$, $1,40 \pm 1,0$, $1,78 \pm 1,07$, $1,28 \pm 0,88$ para LF/HF. Assim como na análise no domínio do tempo, os valores da VFC analisados no domínio da frequência não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em nenhuma das mensurações, apesar do aumento nos valores médios de LF e LF/HF em T2 e T3, e menores em T4. O HF, ao contrário, apresentou menores valores médios até T3 e maiores em T4. Esta tendência de comportamento pode ser observada na figura 3 por meio da análise de regressão de segunda ordem.

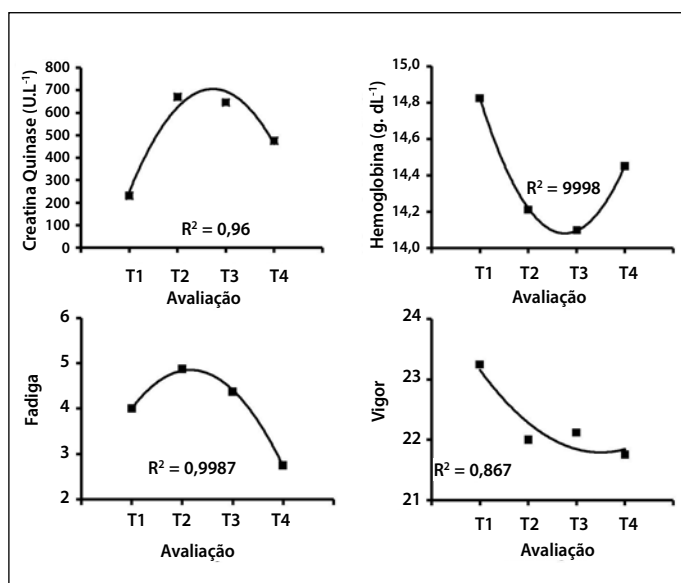


Figura 2. Comportamento de marcadores bioquímicos, hematológico e psicológicos durante uma pré-temporada de jogadores de futebol.

Tabela 1. Variáveis da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo (média \pm DP) em quatro avaliações.

	Avaliação			
	T1	T2	T3	T4
SDNN (ms)	69.9 \pm 35.9	73.8 \pm 37.4	94.4 \pm 38.3	67.0 \pm 24.4
RMSSD (ms)	93.3 \pm 57.7	87.6 \pm 48.7	116.3 \pm 53.4	85.3 \pm 35.4
pNN50 (ms)	50.6 \pm 27.7	43.7 \pm 27.2	54.4 \pm 22.1	47.8 \pm 21.8

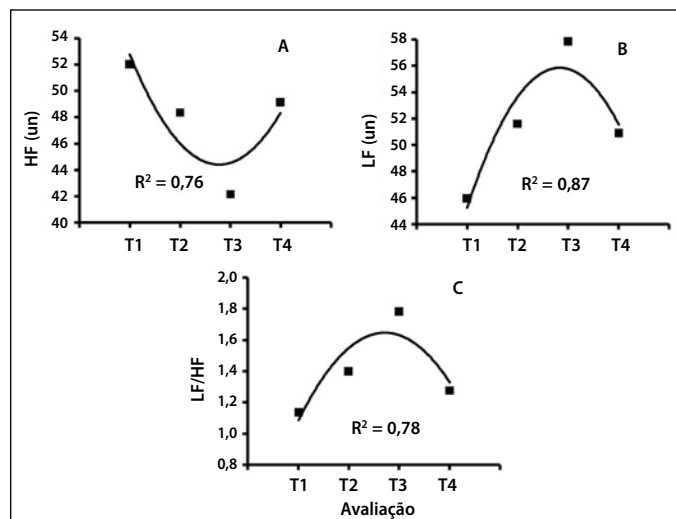


Figura 3. Comportamento do componente de alta frequência (HF) (A), componente de baixa frequência (LF) (B) e da razão entre os componentes de baixa e alta frequência (C) da variabilidade da frequência cardíaca em unidades normalizadas (média \pm DP) durante o período de treinamento.

DISCUSSÃO

As principais constatações desse estudo foram que a CK aumentou e assim permaneceu ao longo da pré-temporada e nenhuma outra variável se modificou durante esse período. No entanto, todas as variáveis apresentaram tendência em refletir o efeito da carga de treinamento ao longo da pré-temporada de uma equipe de futebol profissional.

Os resultados do presente estudo sugerem que o aumento do impulso de treino pode induzir um aumento do dano aos tecidos musculares esqueléticos, os quais são acompanhados por um maior extravasamento da enzima citoplasmática CK e uma elevação nos níveis séricos da mesma, sendo semelhantes aos obtidos em estudos realizados com atletas de outras modalidades como o de Ehlers *et al.*⁷ com jogadores de futebol americano após dois dias de treinamento, sendo que os níveis séricos desta enzima permaneceram elevados por até sete dias após o mesmo. Ascensão *et al.*¹⁹ observaram em seu estudo com jogadores de futebol profissionais, um aumento no dano ao tecido muscular e, conseqüentemente, nos níveis de CK por até 72h após uma partida de futebol, com um pico entre 24 e 48 horas após. Alterações significativas na CK também foram observadas em jogadores profissionais brasileiros de cinco equipes ao longo de cinco meses do campeonato nacional¹⁹. Contudo, no estudo de Zoppi *et al.*²⁰, com jogadores juniores de futebol, não houve alterações significativas no dano muscular e na atividade plasmática de CK ao longo de cinco meses de campeonato. O mesmo resultado foi observado no estudo de Silva *et al.*¹⁵, ao longo de três meses de treinamento no futebol, mesmo com alterações na característica do treinamento. As séries de exercício intenso vivenciadas diariamente por jogadores de futebol causam uma quantidade significativa de estresse muscular esquelético e podem acarretar a elevação dos valores plasmáticos de CK⁵. Esta elevação nos níveis de CK pode ser atribuída à diminuição da remoção da enzima do sangue, dano permanente à membrana da célula

muscular como resultado de estresse físico crônico, maior massa corporal magra dos atletas, maiores níveis de proteólise ou a combinação de todos estes fatores⁷.

Brancaccio *et al.*²¹ adotaram um valor de 300 a 500 UI/L para indicar que o limite da habilidade muscular havia sido excedido com consequente corrompimento da integridade da célula e nomearam-no de "break point" da CK. No estudo de Lazarim *et al.*⁹ com jogadores profissionais de futebol foi adotado o valor de 975 UI/L para CK como um limite superior para sobrecarga muscular. Este valor, associado a outros critérios como a queda no rendimento, foi utilizado como critério para diminuir a carga de treino do atleta ou afastá-lo momentaneamente dos treinamentos. Se utilizarmos este último valor, obtido com jogadores de futebol profissional, como referência, podemos considerar que, no presente estudo, somente dois jogadores apresentaram sinais de sobrecarga muscular excessiva.

Em relação ao POMS, tanto o vigor quanto a fadiga não foram influenciados significativamente pelas alterações no impulso de treinamento, no entanto a fadiga apresentou uma tendência de comportamento similar à creatina quinase e o vigor contrária a esta variável quando relacionados a carga de treino. Filaire *et al.*¹⁰ observaram uma alteração no perfil de iceberg do POMS, em jogadores de futebol, com o aumento da intensidade do treinamento, apresentando uma diminuição no vigor e um aumento na tensão e na depressão. Assim como no presente estudo, a fadiga não sofreu alterações significativas. Porém, no estudo de Filaire *et al.*¹¹, com jogadores profissionais de futebol, foi constatada uma diminuição do vigor associada a um aumento da fadiga ao final da temporada competitiva. Esta condição esteve associada a uma queda no desempenho dos atletas. Uma redução no vigor também foi observada por Silva *et al.*¹⁵ em jogadores de futebol associada a um maior volume de treinamento e um menor número de vitórias. Entretanto, o período analisado no presente estudo pode não ter apresentado duração suficiente para acarretar alterações desta variável.

A carga de treino intensa afeta negativamente a atividade autonômica cardíaca quantificada pela VFC. No entanto, no presente estudo, a VFC não foi alterada significativamente quando analisada no domínio do tempo e da frequência em nenhuma das mensurações realizadas ao longo de 21 dias de treinamento de uma pré-temporada. Estes resultados são semelhantes aos obtidos no estudo de Hedelin *et al.*²² com canoístas de elite, no qual os componentes espectrais da VFC como o HF, LH e a razão LF/HF não sofreram alterações significativas com o *overreaching* logo após seis dias de treinamento em campo. Uma correlação inversa entre a VFC (SDNN, RMSSD e HF) e o volume e a intensidade do exercício quantificado pelo TRIMP foi observada no estudo de Earnest *et al.*¹³ com ciclistas profissionais ao final de três semanas de competição na Volta da Espanha. Baumert *et al.*²³, em seu estudo com triatletas e corredores, observaram uma diminuição no RMSSD logo após uma semana (seis dias) de treinamento de campo, sendo que os valores deste parâmetro retornaram aos de repouso quatro dias após o encerramento dos treinos. Assim, concluíram que a VFC reflete a resposta autonômica ao aumento da carga de treinamento. No entanto, no estudo de Rebelo *et al.*²⁴, com jogadores profissionais de futebol, foi constatado que a VFC, tanto no domínio do tempo (SDNN e pNN50) quanto no domínio da frequência (HF, LF, LF/HF) não sofreu alterações significativas após seis semanas de treinamento, considerado pelos autores como intenso, durante a pré-temporada, o que corrobora os resultados do presente estudo. A análise desses estudos demonstra uma falta de convergências nos resultados, indicando que a relação VFC e carga de treino necessita de mais estudos.

O HF, SDNN, RMSSD e pNN50 estão relacionados à resposta parassimpática no controle autonômico cardíaco²⁵. Como a resposta

parassimpática responde inversamente ao aumento do estresse e ao treinamento excessivo, espera-se que estes parâmetros no domínio do tempo e da frequência diminuam com o aumento da carga de treino¹³. No entanto, neste estudo o HF não apresentou nenhuma correlação significativa com as mensurações no domínio do tempo (SDNN, RMSSD, pNN50) e nenhum destes foi alterado significativamente com as mudanças no impulso semanal de treino. Assim, acredita-se que o estresse a que os atletas foram submetidos foi proporcional às suas capacidades de resposta adaptativas.

A concentração de hemoglobina (Hgb) tende a apresentar uma relação inversa com o aumento da intensidade e, principalmente, do volume da carga de treinamento. No presente estudo, observou-se uma tendência de relação inversa da Hgb com a carga de treinamento com menores valores sendo atingidos em T3, no entanto sem diferenças significativas durante o período da pré-temporada monitorado em nenhuma mensuração realizada mesmo com a queda no impulso de treino nos momentos 2 e 3. Resultado semelhante foi encontrado por Hedelin *et al.*²⁶, em seu estudo com um canoísta, no qual foi observado que mesmo com a queda no rendimento do mesmo, após alguns meses de treinamento, a Hgb não apresentou valores significativamente diferentes. Porém no estudo de Halson *et al.*¹² com ciclistas, houve uma diminuição significativa da Hgb durante duas semanas de treinamento intenso. Isto também foi constatado por Hedelin *et al.*²² em seu estudo com canoístas, no qual foi observada uma redução significativa na Hgb após seis dias de treino, a qual foi atribuída a um aumento do volume plasmático, que é considerado uma alteração que ocorre em resposta ao exercício.

No estudo de Karakoc *et al.*²⁷ com jogadores de futebol, a concentração de Hgb diminuiu aguda e significativamente após um treinamento padrão de 90 minutos. Já Silva *et al.*¹⁵, observaram um aumento significativo na Hgb em jogadores de futebol após as primeiras seis semanas de treinamento (menor volume de treino) e nenhuma alteração significativa após as seis semanas seguintes (maior volume de treino). Este aumento foi atribuído à diminuição do volume plasmático, que pode ser explicado pelas características do programa de treinamento no futebol^{15,22}. No entanto, Filaire *et al.*¹¹, em seu estudo com jogadores profissionais de futebol, observaram que, assim como no presente estudo, não houve nenhuma alteração significativa na concentração de Hgb ao longo de um ano de acompanhamento. Assim como no estudo de Silva *et al.*¹⁵, o presente estudo não controlou a ingestão de líquido, a umidade relativa e a temperatura ambiente. Isto pode ter influenciado no volume plasmático e assim na resposta da Hgb.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos pode-se concluir que a CK parece ser uma variável mais reativa à carga de treinamento no futebol em relação às outras. As variáveis Fadiga e Vigor apresentaram tendência similar a CK. Os valores da VFC no domínio da frequência, assim como da hemoglobina, analisados neste estudo apresentaram uma relevante tendência de resposta às alterações da carga, no entanto com uma temporalidade diferente das demais.

Estudos futuros deveriam ser realizados com a mensuração da CK, dos componentes espectrais da VFC e da hemoglobina juntamente com outras variáveis como o rendimento do atleta, em um número maior de jogadores para confirmar estes resultados. Um maior período de controle e o monitoramento em outras fases do treinamento e da competição também se fazem importantes.

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

REFERÊNCIAS

1. Bangsbo J. The physiology of soccer—with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1994;619:1-155.
2. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in elite football player. *J Sports Sci.* 2006;24(7):665-74.
3. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003;21(7): 519-28.
4. Freitas DS, Miranda R, Bara Filho M. Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2009;11(4):457-65.
5. Miranda R, Bara Filho M. Construindo um atleta vencedor: Uma abordagem psicofísica do esporte. 1ª ed, Porto Alegre: Artmed, 2008:91-107.
6. Little, T.; Williams, A. G. Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):367-71.
7. 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.
8. Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2007;9(1):101-6.
9. Lazarim FL, Antunes-Neto JMF, Silva FOC, Nunes LAS, Bassini-Cameron A, Cameron LC, *et al.* The upper values of plasma creatine kinase of Professional soccer players during the Brazilian National Championship. *J Sci Med Sports.* 2009;12(1):85-90.
10. Filaire E, Bernain X, Sagnol M, Lac G. Preliminary results on mood states, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *European J Appl Physiol.* 2001;86(2):179-84.
11. Filaire E, Lac G, Pequignot JM. Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. *Percept Mot skills.* 2003 Dec;97(3 Pt 2):1061-72.
12. Halson SL, Lancaster GI, Jeukendrup AE, Gleeson M. Immunological responses to overreaching in cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(5):854-61.
13. Earnest CP, Jurca R, Church TS, Chicharro JL, Hoyos J, Lucia A. Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. *Br J Sports Med.* 2004;38(5):568-75.
14. Silva ASR, Santhiago V, Papoti M, Gobatto CA. Psychological, biochemical, physiological responses of Brazilian soccer players during a training program. *Sci Sports.* 2008;23(2):66-72.
15. Silva ASR, Santhiago V, Papoti M, Gobatto CA. Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer player throughout a training program. *Int J Lab Hem.* 2008;30(2):158-66.
16. McNair DM, Lorr M, Droppleman LF. Manual for the Profile of Mood States. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service, 1992.
17. Niskanen JP, Tarvainen MP, Karjalainen PA. Software for advanced HRV analysis. *Comput methods and programs in biomedicine.* 2004;76(1):73-8.
18. Stagno KM, Thatcher R, Van Someren A. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sports players. *J Sports Sci.* 2007;25(6):629-34.
19. Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães J. Biochemical impact of a soccer match – analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem.* 2008;41:841-51.
20. Zoppi CC, Antunes-Neto J, Catanho FO, Goulart LF, Motta, Moura N, *et al.* Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. *Rev Paul Educ Fis.* 2003;17(2):119-30.
21. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin Sports Med.* 2008;27(1):1-18.
22. Hedelin R, Kentta G, Wiklund U, Bjerle P, Henriksson-Larsén K. Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(8):1480-4.
23. Baumert M, Brechtel L, Lock J, Hermsdorf M, Wolff R, Baier V. *et al.* Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes. *Clin J Sports Med.* 2006;16(5):412-7.
24. Rebelo NA, Costa O, Rocha AP, Soares JM, Lago P. O controlo autonômico da frequência cardíaca em repouso é alterado pelo destreino? Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em futebolistas profissionais após o defeso e após o período preparatório das competições. *Rev Port Cardiol.* 1997;16(6):535-41.
25. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Eur Heart J.* 1996;17(3):354-81.
26. Hedelin R, Wiklund U, Bjerle P, Henriksson-Larsén K. Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(9):1531-3.
27. Karakoc Y, Duzova H, Polat A, Emre MH, Arabaci I. Effects of training period on haemorheological variables in regularly trained footballers. *Br J Sports Med.* 2005; 39(2):e4.