

EFEITOS DE UM EXERCÍCIO FÍSICO INTERMITENTE AUTORREGULADO EM ESTEIRA SOBRE A FREQUÊNCIA CARDÍACA E O DESEMPENHO DE JOGADORES DE FUTEBOL UNIVERSITÁRIO

Pedro Henrique Sena Ferretti¹, Tiago Ferreira Leal¹, Emanuel Mattos Della Lucia¹
Leonardo Mateus Teixeira Rezende¹, Israel Teoldo da Costa², Thales Nicolau Primola-Gomes¹

RESUMO

Efeitos de um exercício intermitente autorregulado em esteira sobre a frequência cardíaca e o desempenho de jogadores de futebol universitário. Objetivo: avaliar as respostas da frequência cardíaca e do desempenho físico relacionadas ao ajuste de carga feito por jogadores de futebol universitário durante um protocolo de exercício intermitente autorregulado feito em esteira. Materiais e Métodos: participaram desse estudo 9 (nove) jogadores de futebol universitário. Os participantes foram submetidos a um exercício físico autorregulado em esteira, com objetivo de simular demandas físicas inerentes a uma partida de futebol de 90 minutos. Variáveis relacionadas ao desempenho físico e a resposta da frequência cardíaca foram mensuradas durante o exercício, a fim de se estabelecer possíveis associações com respostas tipicamente notadas em jogos de futebol. Resultados: os jogadores apresentaram respostas autonômicas e comportamentais distintas entre os períodos e blocos de exercício. A frequência cardíaca e as variáveis associadas ao desempenho físico (trabalho, velocidade e distância) apresentaram um padrão de resposta dependente da demanda física imposta em cada momento do exercício. Conclusão: Jogadores de futebol universitário, durante um protocolo de exercício autorregulado, apresentaram um desempenho associado a respostas de frequência cardíaca, similares a um jogo de futebol oficial.

Palavras-chave: Futebol. Fisiologia do Exercício. Prescrição de Exercício.

1 - Laboratório de Performance Humana, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil.

2 - Núcleo de Pesquisa e Estudos em Futebol, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil.

ABSTRACT

Effects of self-regulated intermittent treadmill exercise on heart rate and performance in college football players

Effects of self-regulated intermittent treadmill exercise on heart rate and performance in college football players. Objective: to evaluate heart rate and physical performance responses related to load adjustment made by college football players during a self-regulated intermittent exercise protocol performed on a treadmill. Materials and Methods: 9 (nine) university football players participated in this study. Participants underwent self-regulated physical exercise on a treadmill, with the aim of simulating physical demands inherent to a 90-minute football match. Variables related to performance and heart rate response were measured during exercise, in order to establish possible associations with responses typically noted in football games. Results: players showed different autonomic and behavioral responses between exercise periods and blocks. Heart rate and variables associated with physical performance (work, speed and distance) showed a response pattern dependent on the physical demand imposed at each moment of the exercise. Conclusion: College football players, during a self-regulated exercise protocol, showed performance associated with heart rate responses, similar to an official football game.

Key words: Football. Exercise Physiology. Exercise Prescription.

Autor correspondente:
Pedro Henrique Sena Ferretti.
Rua Júlio Otaviano Ferreira, nº 813, Apt. 201.
Cidade Nova, Belo Horizonte-MG, Brasil.

E-mail dos autores:
ferretti.p@hotmail.com
tiago.f.leal@ufv.br
emanuel.lucia@ufv.br
leomtr.efi@gmail.com
israel.teoldo@ufv.br e thales.gomes@ufv.br

INTRODUÇÃO

O futebol é considerado a modalidade esportiva mais popular do mundo e, do ponto de vista bioenergético, apresenta características predominantemente aeróbicas (Coelho e colaboradores 2016).

Porém, durante os jogos, são realizadas ações de média, baixa e alta intensidade de forma intercalada pelos jogadores, adicionando, portanto, um importante componente anaeróbico na prática da modalidade (Reilly, 1997).

Principalmente durante a última década, diversos aspectos inerentes à prática do futebol vêm sendo estudados (Aldous e colaboradores, 2014; Drust, Reilly, Cable 2000).

Tais informações são importantes para aumentar a segurança dos praticantes durante os jogos, além da busca pela melhora do desempenho físico (Mohr, Krstrup, Bangsbo, 2003; Bangsbo, Mohr, Krstrup, 2006).

O comportamento dos jogadores durante os jogos desempenha um importante papel na homeostasia corporal, influenciando de forma direta nas respostas de variáveis autonômicas, como é o caso da frequência cardíaca (Bangsbo, Mohr, Krstrup, 2006).

Nesse sentido, estratégias são traçadas por técnicos e jogadores, para que eles possam manter bons valores relacionados ao desempenho durante as partidas (Coelho e colaboradores, 2012).

Tais estratégias podem ser relacionadas à modulação autorregulada da carga durante um exercício físico e, conseqüentemente, alterações em parâmetros associados ao desempenho físico (Barnes e colaboradores, 2014).

Mesmo com algumas restrições de ordem ecológica, protocolos laboratoriais com exercícios realizados em esteira ergométrica são utilizados com a finalidade de simular demandas físicas inerentes a partidas de futebol em ambiente controlado (Aldous e colaboradores, 2014; Drust, Reilly, Cable 2000; Greig e colaboradores, 2007).

Tais estudos, levaram em consideração o volume e a intensidade média de ações físicas durante uma partida de futebol, porém, a grande maioria desses protocolos possuem cargas fixas, limitando a análise do comportamento dos voluntários.

Logo, ao testar um protocolo autorregulado poderemos obter uma análise

mais ecológica do comportamento estratégico de jogadores durante o exercício (Aldous e colaboradores, 2014).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas da frequência cardíaca e do desempenho físico relacionadas aos ajustes de cargas feito por jogadores de futebol universitário durante um protocolo de exercício intermitente autorregulado.

A hipótese é que os voluntários apresentariam respostas comportamentais e autonômicas similares a um jogo de futebol de 90 minutos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram deste estudo 9 homens fisicamente ativos, pertencentes ao time de futebol de campo da Universidade Federal de Viçosa - UFV (Brasil).

Os voluntários apresentaram idade de $22,8 \pm 4,9$ anos e estatura de $1,78 \pm 0,02$ m. Os critérios de inclusão foram: 1) possuir vínculo com o time de futebol de campo da UFV; 2) não apresentar quaisquer limitações físicas que impossibilitassem a realização do exercício físico em esteira; 3) apresentarem resultados de VO_{2max} acima de $45 \text{ ml} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ e área de superfície corporal entre $1,8$ e $2,0 \text{ m}^2$; 4) apresentarem percentual de gordura corporal entre 8 e 15% .

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética de Estudos com Humanos da Universidade federal de Viçosa - UFV (protocolo: 2.259.716). Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Delineamento experimental

Os voluntários realizaram três visitas ao laboratório, todas no período da manhã, com cada visita representando uma sessão experimental. Os parâmetros ambientais temperatura e umidade relativa foram controlados no laboratório a $24,2 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $72,3 \pm 6,4\%$, respectivamente.

1ª Visita

Foi realizada a apresentação da proposta do estudo e realizado os devidos esclarecimentos a respeito das coletas,

seguido das assinaturas dos termos de consentimento livre e esclarecido. Foram aferidas as medidas antropométricas: peso (Filizola Mecânica 150 kg), estatura (Estadiômetro profissional Sanny ES2020) e composição corporal por dobras cutâneas (Jackson, Pollock, 1978). Por fim, foi realizado o cálculo da área de superfície corporal dos voluntários (Du Bois, Du Bois, 1916). Na sequência foi realizado um teste máximo para obtenção da medida indireta da capacidade aeróbica máxima de cada um dos voluntários (Foster e colaboradores, 1996).

O teste foi feito em esteira ergométrica elétrica (ECAFIX Eg700x), sendo caracterizado por um exercício com incremento de carga a cada minuto, até que o último estágio completo de cada indivíduo fosse alcançado. Além do teste máximo, foi realizada a familiarização aos equipamentos e posterior associação das cinco ações propostas pelo protocolo de exercício intermitente (andar, trotar, corrida moderada, corrida intensa e sprint), à escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) de BORG (Escala com valores de 6 a 20) (Borg, 1982). O teste máximo seguiu o seguinte protocolo: a) Antes do início do exercício foi realizado o cálculo da determinação da velocidade inicial, final e a razão de incremento de carga de cada participante utilizando equação previamente descrita (Matthews e colaboradores, 1999).

O primeiro período de exercício teve início com a ação de “andar”, como protocolo de adaptação e aquecimento. A partir do momento que o indivíduo reportasse estar em um padrão de intensidade relativo a um “trote”, o teste máximo teve seu início, com um incremento de velocidade a cada minuto. b) Os indivíduos reportavam ao final de cada minuto quais das 5 ações eles entendiam estar realizando naquele momento e quais os valores de PSE correspondentes. Assim, ao final do exercício fez-se a média do número de ações pelo número de cada PSE, reportado a cada minuto, obtendo-se, portanto, a relação entre cada ação pelo valor respectivo reportado por cada PSE.

2ª e 3ª Visitas

Cada voluntário passou por um processo de familiarização ao protocolo de coleta na 2ª visita. Na 3ª visita foi realizado o protocolo oficial. Inicialmente, para o registro da percepção subjetiva de recuperação, foi

utilizado o questionário de percepção de recuperação (Kentta, Hassmen, 1998).

Posteriormente, os voluntários forneceram uma amostra de urina para que a densidade específica (DEU) pudesse ser aferida por meio de um refratômetro (Instrutherm Vantage, 6250). Posteriormente, uma refeição padrão foi ofertada aos voluntários, com a pesagem deles sendo realizada na sequência. Foi solicitado que vestissem o short, meias e o tênis esportivo.

Os voluntários seguiram para um período de repouso de 40 min em posição supina sobre um colchonete para verificação basal de pressão arterial (PA) por meio de um esfigmomanômetro aneróide (Tycos) e de um estetoscópio (WanMed). A frequência cardíaca (FC) foi aferida constantemente durante todo o protocolo de coleta, por meio de uma fita de tecido com transmissor (Wearlink WIND, Polar) fixada ao tórax, sobre o processo xifóide do osso esterno (Polar RS800CX, Polar Electro Ou, Kempele, Finlândia).

Logo após esse período, deu-se início ao exercício (Drust, Reilly, Cable 2000) desenvolveram um protocolo de exercício intermitente específico para futebol de campo, tal protocolo de exercício intermitente alterna ações com intensidades variadas (Andar, trotar, corrida moderada, corrida mais intensa e sprint), como observado durante uma partida de futebol.

Entretanto, houve uma adaptação para que os indivíduos pudessem operar em intensidades autorreguladas, utilizando-se para tal, de associações entre as ações e as respectivas PSEs que foram obtidas durante o teste máximo. Assim o indivíduo realizaria cada ação por um comando verbal relacionado a cada PSE. As variáveis: velocidade média (km/h), distância percorrida (km) e trabalho (Kj) realizado foram utilizadas como parâmetros relacionados ao desempenho físico durante o exercício.

O exercício intermitente autorregulado foi disposto no seguinte modelo (Fig.1): Seis blocos de aproximadamente quinze minutos cada, sendo cada bloco constituído por vinte ações com diferentes intensidades associadas à escala de BORG. Cada ação teve uma duração e um percentual de ocorrência durante o protocolo, distribuídos respectivamente da seguinte forma: Andar (1:30 - 30%), trotar (0:40 - 17%), corrida moderada (0:40 - 20%), corrida intensa (0:10 - 27%) e sprint (0: 10 - 6%).

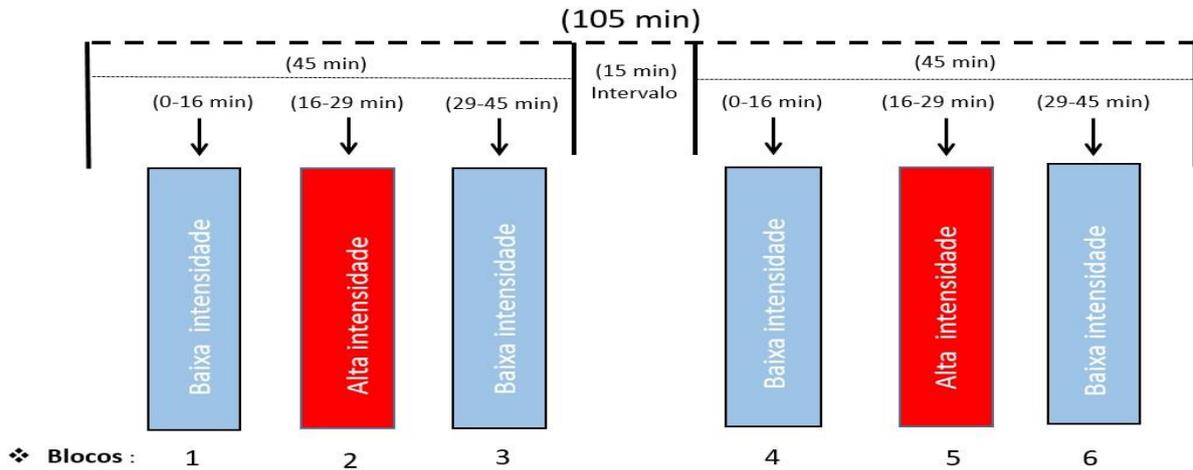


Figura 1 - Ilustração do protocolo de exercício - Barras azuis: Blocos de predominância de Baixa intensidade; Barras vermelhas: Blocos de predominância de alta intensidade. Numeração por ação: Andar (1) – Trotar (2) – Corrida moderada (3) - Corrida intensa (4) – Sprint (5). Ordem das ações ao longo de cada bloco - Predominância de baixa intensidade: (2,4,1,4,1,2,5,1,3,1,2,4,1,4,1,2,5,1,3,1) e predominância de alta intensidade: (4,1,3,4,3,4,2,3,4,3,4,1,3,4,3,4,2,3,4,3).

Análise Estatística

As Variáveis quantitativas que apresentaram distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk foram expressas como média \pm desvio-padrão (DP). Para a análise da comparação entre os dois períodos das variáveis: perda de peso, densidade específica da urina, velocidade e distância utilizou-se o teste t pareado para amostras dependentes. Utilizou-se o teste de Wilcoxon para as variáveis com distribuição não-normal. Utilizou-se a ANOVA two-way de medidas repetidas seguida do post hoc de Tukey para a análise das seguintes variáveis: velocidade percorrida, distância percorrida, frequência cardíaca e percentual da frequência cardíaca máxima. Foi adotado um nível de significância (α) de 5%.

RESULTADOS

Massa Corporal e Estado Hídrico

Não houve diferença estatística na DEU pré e pós exercício. Houve efeito do exercício sobre a perda de massa corporal, com os voluntários apresentando perda de $1,570 \pm 0,278$ kg ao final do teste, o que representa $2,2 \pm 0,4\%$ da massa corporal total ($p < 0,05$). Não houve diferença na comparação entre o final do primeiro período e o término do segundo período.

Frequência Cardíaca

A figura 2 apresenta os resultados da FC. Houve um efeito do tempo, em que os voluntários apresentaram maiores valores de FC ($152 \pm 1,5$ bpm) durante o primeiro tempo em relação ao segundo (FC: $150 \pm 1,3$ bpm) ($p < 0,05$). Houve um efeito do tempo entre os seis blocos de exercício, na comparação entre períodos e dentro de cada período. Na análise entre os períodos, quanto aos blocos de alta intensidade, os voluntários obtiveram maior FC no primeiro ($162 \pm 2,5$ bpm) em relação ao segundo período (FC: $158 \pm 2,3$ bpm) ($p < 0,05$). Dentro de cada período, houve um efeito do tempo entre os blocos ($p < 0,05$). Os indivíduos no primeiro período obtiveram maiores valores de FC no bloco de alta intensidade ($162 \pm 3,9$ bpm) em relação ao primeiro (FC: $143 \pm 2,6$ bpm) e ao terceiro bloco (FC: $151 \pm 8,39$ bpm), ambos de baixa intensidade ($p < 0,05$). Já para a análise entre os blocos com predominância de baixa intensidade, no primeiro período os indivíduos obtiveram maiores valores no bloco três (FC: $151 \pm 8,39$ bpm) em relação ao bloco um (FC: $143 \pm 2,6$ bpm) ($p < 0,05$). No segundo período, o padrão das diferenças entre os blocos se manteve, porém, com uma exceção. Não houve diferença estatística entre o bloco com predominância de alta intensidade “cinco” e o bloco com predominância de baixa intensidade “seis”.

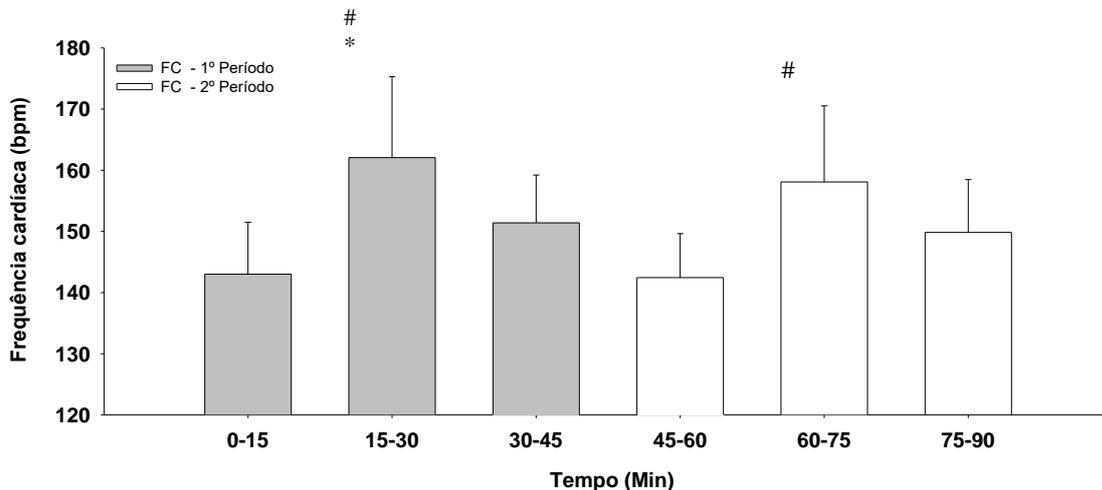


Figura 2 - Frequência cardíaca média entre os períodos do exercício. *Representa diferença entre os períodos em cada bloco correspondente. # Representa diferença entre os blocos em um mesmo período ($p < 0,05$).

Desempenho Físico

A tabela 1 apresenta os resultados do desempenho por ação dos voluntários durante o teste. São apresentados os valores de distância total por ação e os valores relativos por cada um dos momentos que determinada ação era realizada.

Na comparação entre períodos, houve um efeito do tempo em que os voluntários percorreram maiores distâncias e operaram em maiores intensidades no primeiro ($5,8 \pm 1,2$ km; $9,4 \pm 3,5$ km/h) em relação ao segundo período ($5,2 \pm 1,3$ km; $8,9 \pm 3,6$ km/h) ($p < 0,05$). Os voluntários percorreram maiores distâncias ao final do exercício durante a ação de andar ($3,3 \pm 0,3$ km) em relação às demais ($p < 0,05$).

Em relação aos valores de distância durante o momento de cada ação, os indivíduos obtiveram maiores valores durante a ação de corrida moderada em relação às demais ($p < 0,05$). Na comparação da velocidade por ação entre os períodos houve um efeito do tempo, onde os indivíduos obtiveram maiores valores em quatro das cinco ações propostas (andar, trotar, corrida moderada e corrida intensa) durante o primeiro período ($p < 0,05$). O trabalho realizado pelos voluntários entre os períodos foi analisado. Houve efeito do tempo, onde os voluntários realizaram um maior trabalho durante o primeiro ($104,31 \pm 12,5$ KJ) em relação ao segundo período ($89,4 \pm 13,2$ KJ) ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Desempenho por ação durante o exercício.

Ações	Distância por ação (m/min)	Distância total por ação (Km)	Velocidade por ação 1º período (Km/h)	Velocidade por ação 2º período (Km/h)
Andar	$0,10 \pm 0,03^*$	$3,4 \pm 0,3$	$4,9 \pm 1,4 \# \ddagger \text{£} \diamond^*$	$4,4 \pm 1,4 \ddagger \text{£} \diamond$
Trotar	$0,08 \pm 0,02 \text{¥}^*$	$1,5 \pm 0,2 \text{¥}^*$	$7,8 \pm 1,2 \# \text{£}^*$	$7,1 \pm 1,3 \ddagger \text{£}$
Corrida moderada	$0,12 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,2 \text{¥}$	$10,7 \pm 2,1 \# \text{£}$	$10,0 \pm 2,2 \ddagger \text{£}$
Corrida intensa	$0,07 \pm 0,01 \text{¥}^*$	$2,2 \pm 0,1 \text{¥}$	$13,4 \pm 1,1 \#$	$12,7 \pm 1,3$
Sprint	$0,06 \pm 0,01 \text{¥}^*$	$0,4 \pm 0,1 \text{¥}^*$	$15,0 \pm 0,4$	$14,9 \pm 0,3$

Resultados apresentados como média \pm DP. ¥ Andar vs demais ações; \diamond Trote vs demais ações; * CM vs demais ações; \ddagger CI vs demais ações; £ Sprint vs demais ações; # vs. 2º período. Significância estatística: $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

O presente estudo tem o objetivo avaliar respostas de FC e do desempenho físico relacionadas ao ajuste de carga feito por jogadores de futebol universitário durante um protocolo de exercício intermitente autorregulado em esteira. A hipótese foi de que os voluntários apresentariam respostas comportamentais e autonômicas similares a um jogo de futebol de campo.

As respostas de FC foram similares as de estudos que utilizaram uma partida de futebol oficial (Coelho e colaboradores 2016; Coelho e colaboradores 2012; Mortimer e colaboradores, 2006; Stolen e colaboradores, 2005).

Os voluntários se exercitaram a uma intensidade média de $80,7 \pm 4,5 \%FC_{max}$ durante o exercício. Além disso, a cinética da FC seguiu um padrão de aumento e declínio entre os seis blocos de exercício e do primeiro para o segundo período, com os blocos de alta intensidade intermediários, localizados nos minutos 15-30 de ambos os períodos, apresentando maiores valores de FC em relação aos demais. Tais respostas foram observadas por vários autores durante partidas de futebol (Coelho e colaboradores 2016; Coelho e colaboradores 2012; Mohr, Krstrup, Bangsbo, 2005; Alexandre e colaboradores, 2012).

Os resultados da FC indicam que os indivíduos se submeteram a uma maior demanda cardiovascular no primeiro em relação ao segundo período. Tal resposta está associada à realização de ações motoras voluntárias mais intensas no início do jogo, com intuito de estabelecer vantagens físicas sobre os oponentes (Greig e colaboradores, 2007; Mohr, Krstrup, Bangsbo, 2005; Stolen e colaboradores, 2005; Edholm, Krstrup, Randers, 2014).

Porém, essa diferença não foi suficiente para que eles apresentassem maior perda de peso associada à sudorese ao final do primeiro tempo em relação ao final do segundo, contrariando a ideia de que o alcance de maiores valores da FC estaria associado a maior produção e liberação de suor (Mohr e colaboradores, 2012).

Sabe-se que a produção e liberação do suor é ocasionada por ativação simpática, sendo esta disparada pela atuação das catecolaminas, hormônios que atuam como neurotransmissores em receptores

adrenérgicos de glândulas sudoríparas (Schlader e colaboradores, 2011).

Uma vez que existe uma relação entre exercícios mais intensos e maior atividade simpática (Schlader e colaboradores, 2011), esperava-se que houvesse maior sudorese ao final do primeiro período.

Sobre as respostas comportamentais associadas ao desempenho físico, podemos notar um padrão similar ocorrido em outros trabalhos (Coelho e colaboradores, 2016; Bangsbo, Mohr, Krstrup, 2006; Coelho e colaboradores, 2012; Mohr, Krstrup, Bangsbo, 2005; Mohr e colaboradores, 2012), em que houve um decréscimo no desempenho do segundo para o primeiro período. Essa resposta pode estar relacionada a um efeito acumulativo do desgaste físico em função do tempo (Stolen e colaboradores, 2005).

Na comparação entre as ações durante todo o exercício, os indivíduos percorreram maiores distâncias durante as ações de baixa e média, em comparação com as de alta intensidade. Essa resposta era esperada, levando em consideração que 50 a 60% das ações realizadas durante um jogo é associado a ações que possuem predominância do componente aeróbico (Coelho e colaboradores, 2016; Reilly, 1997; Drust, Reilly, Cable, 2000; Coelho e colaboradores, 2012; Mohr, Krstrup, Bangsbo, 2005). Como já citado, a diferença entre os períodos foi influenciada por quedas de desempenho durante as ações de baixa e média intensidade. Porém, este declínio certamente é influenciado pela característica da amostra, como posição ocupada no campo de jogo, táticas utilizadas pelas equipes e aspectos climáticos (Barnes e colaboradores, 2014; Alexandre e colaboradores, 2018).

Apesar da grande importância do componente aeróbico, ações anaeróbicas como corridas mais intensas, sprints, chutes, saltos e cabeceios são fundamentais para que jogadores criem vantagens sobre seus adversários, e conseqüentemente, vençam os jogos (Reilly, 1997; Oliver, Armstrong, Williams, 2009).

Dessa forma, pode ser que os indivíduos da amostra tenham promovido um ajuste comportamental no sentido de reduzir a intensidade das ações com características aeróbicas para preservar as ações anaeróbicas. Um estudo prévio relatou uma resposta comportamental oposta à encontrada no presente estudo, em que jogadores de futebol profissionais obtiveram menores valores

de velocidade para as ações de alta intensidade no segundo em relação ao primeiro período (Aldous e colaboradores, 2014).

Um segundo trabalho avaliou a modulação da intensidade em função da variação climática dos jogadores que participaram da copa do mundo de 2014 no Brasil (Nassis e colaboradores, 2015). Os autores observaram que houve uma redução das ações de alta intensidade em jogos realizados em ambiente quente, no entanto, houve uma manutenção de desempenho nas ações técnicas. Estes trabalhos indicam que jogadores experientes são capazes de modular a intensidade de suas ações em função dos componentes do jogo, sejam estes inerentes à própria partida ou a aspectos ambientais (Reilly, 1997; Mortimer e colaboradores, 2006; Edholm, Krstrup, Randers 2014; Mohr e colaboradores, 2012).

Os voluntários do presente estudo optaram em manter o desempenho relacionado às ações de alta em detrimento as ações de média e baixa intensidade.

Pode ser que esta estratégia de corrida tenha sido adotada com o intuito de cumprir a tarefa física com o maior desempenho possível, cumprindo a recomendação previamente passada. Pode-se inferir uma relação proporcional entre demanda física e resposta cardiovascular durante os dois períodos de exercício. Tal resposta já foi apontada por diversos autores (Coelho e colaboradores, 2016; Coelho e colaboradores, 2012; Mortimer e colaboradores, 2006; Mohr, Krstrup, Bangsbo, 2005), como sendo importante para que profissionais ligados ao futebol possam analisar demandas de uma partida de 90 minutos, interpretando-as por diferentes zonas de intensidade.

Em conclusão, o presente estudo demonstrou que um protocolo de exercício autorregulado realizado em esteira tem o potencial de simular demandas encontradas durante a realização de partidas de futebol de campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1-Alexandre, D.; Silva, C.D.; Hill-Haas, S.; Wong del, P.; Natali, A.J.; Lima, J.R.. Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of strength and conditioning research*. Vol. 26. Num. 10. 2012. p. 2890-2906.

2-Aldous, J.W.; Akubat, I.; Christmas, B.C.; Watkins, S.L.; Mauger, A.R.; Midgley, A.W. The reliability and validity of a soccer-specific nonmotorised treadmill simulation (intermittent soccer performance test). *Journal of strength and conditioning research*. Vol. 28. Num. 7. 2014. p. 1971-1980.

3-Barnes, C.; Archer, D.T.; Hogg, B.; Bush, M.; Bradley, P.S. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International journal of sports medicine*. Vol. 35. Num. 13. 2014. p. 1095-1100.

4-Bangsbo, J.; Mohr, M.; Krstrup, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*. Vol. 24. Num. 7. 2006. p. 665-674.

5-Borg, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 14. Num. 5. 1982. p. 377-381.

6-Coelho, D.; Coelho, L.; Morandi, R.; Ferreira Júnior, J.; Marins, J.; Prado, L. Effect of player substitutions on the intensity of second-half soccer match play. *Brazilian Journal of Kynanthropometry and Human Performance*. Num. 14. 2012. p. 183-191.

7-Coelho, D.B.; Paixão, R.C.; Oliveira, E.C.d.; Becker, L.K.; Ferreira-Júnior, J.B.; Coelho, L.G. Exercise intensity during official soccer matches. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. Num. 18. 2016. p. 621-628.

8-Drust, B.; Reilly, T.; Cable, N.T. Physiological responses to laboratory-based soccer-specific

intermittent and continuous exercise. *Journal of sports sciences*. Vol. 18. Num. 11. 2000. p. 885-892.

9-Du Bois, D.; Du Bois, E.F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. 1916. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif). Vol. 5. Num. 5. 1989. p. 303-311; discussion 12-3.

10-Edholm, P.; Krstrup, P.; Randers, M.B. Half-time re-warm up increases performance capacity in male elite soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2014.

11-Foster, C.; Crowe, A.J.; Daines, E.; Dumit, M.; Green, M.A.; Lettau, S. Predicting functional capacity during treadmill testing independent of exercise protocol. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 28. Num. 6. 1996. p. 752-756.

12-Greig, M.; Marchant, D.; Lovell, R.; Clough, P.; McNaughton, L. A continuous mental task decreases the physiological response to soccer-specific intermittent exercise. *British journal of sports medicine*. Vol. 41. Num. 12. 2007. p. 908-913.

13-Jackson, A.S.; Pollock, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. *The British journal of nutrition*. Vol. 40. Num. 3. 1978. p. 497-504.

14-Kentta, G.; Hassmen, P. Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports medicine*. Vol. 26. Num. 1. 1998. p. 1-16.

15-Matthews, C.E.; Heil, D.P.; Freedson, P.S.; Pastides, H. Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 31. Num. 3. 1999. p. 486-493.

16-Mortimer, L.; Condessa, L.; Rodrigues, V.; Coelho, D.; Soares, D.; Silami-Garcia, E. Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de Futebol. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. Num. 6. 2006. p. 154-159.

17-Mohr, M.; Krstrup, P.; Bangsbo, J. Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of sports sciences*. Vol. 23. Núm. 6. 2005. p.593-9.

18-Mohr, M.; Nybo, L.; Grantham, J.; Racinais, S. Physiological responses and physical performance during football in the heat. *PLoS one*. Vol. 7. Num. 6. 2012. p. e39202.

19-Mohr, M.; Krstrup, P.; Bangsbo, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*. Vol. 21. Num. 7. 2003. p. 519-528.

20-Nassis, G.P.; Brito, J.; Dvorak, J.; Chalabi, H.; Racinais, S. The association of environmental heat stress with performance: analysis of the 2014 FIFA World Cup Brazil. *British journal of sports medicine*. Vol. 49. Num. 9. 2015. p. 609-613.

21-Oliver, J.L.; Armstrong, N.; Williams, C.A. Relationship between brief and prolonged repeated sprint ability. *Journal of science and medicine in sport*. Vol. 12. Num. 1. 2009. p. 238-243.

22-Reilly, T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of sports sciences*. Vol. 15. Num. 3. 1997. p. 257-263.

23-Schlader, Z.J.; Simmons, S.E.; Stannard, S.R.; Mundel, T. The independent roles of temperature and thermal perception in the control of human thermoregulatory behavior. *Physiology & behavior*. Vol. 103. Num. 2. 2011. p. 217-224.

24-Stolen, T.; Chamari, K.; Castagna, C.; Wisloff, U. Physiology of soccer: an update. *Sports medicine*. Vol. 35. Num. 6. 2005. p. 501-536.

Recebido para publicação em 02/10/2023
Aceito em 06/02/2024