

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO

***EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA SOBRE A
RELAÇÃO ESFORÇO/PAUSA E DISTRIBUIÇÃO DOS
ATAQUES EM LUTAS SIMULADAS DE TAEKWONDO.***

VICTOR GUSTAVO FERREIRA SANTOS

MACEIÓ-2012

VICTOR GUSTAVO FERREIRA SANTOS

***EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA SOBRE A
RELAÇÃO ESFORÇO/PAUSA E DISTRIBUIÇÃO DOS
ATAQUES EM LUTAS SIMULADAS DE TAEKWONDO.***

Dissertação apresentada à
Faculdade de Nutrição da
Universidade Federal de Alagoas
como requisito à obtenção do título
de Mestre em Nutrição.

Orientador: **Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva**
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas

MACEIÓ-2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

S237e Santos, Victor Gustavo Ferreira.
Efeito da suplementação de cafeína sobre a relação esforço/pausa e distribuição dos ataques em lutas simuladas de taekwondo/ Victor Gustavo Ferreira Santos, 2012.
68 f : tabs., grafs.

Orientador: Adriano Eduardo Lima da Silva
Dissertação (mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Nutrição. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Maceió, 2012.

Bibliografia: f. 63-68.

1. Suplemento alimentar. 2. Esporte. 3. Cafeína – Tempo de reação.
4. Nutrição. I. Título.

CDU: 612.39:796



MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

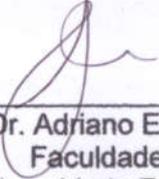
PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA SOBRE A
RELAÇÃO ESFORÇO/PAUSA E DISTRIBUIÇÃO DOS
ATAQUES EM LUTAS SIMULADAS DE TAEKWONDO.**

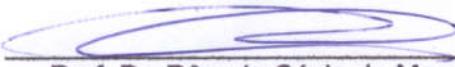
por

Victor Gustavo Ferreira Santos

A Banca Examinadora, reunida aos 12 dias do mês de março do ano de 2012, considera o candidato **APROVADO**.



Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)



Prof. Dr. Rômulo Cásio de Moraes Bertuzzi
Escola de Educação Física e Esporte
Universidade de São Paulo
(Examinador)



Prof. Dr. Gustavo Gomes de Araújo
Faculdade Educação Física
Universidade Federal de Alagoas
(Examinador)

DEDICATÓRIA

Eu dedico esse trabalho os meus preciosos avós, Maria Petúrcia dos Santos, Josué Marcolino dos Santos, Maria do Socorro Marques Ferreira e Benedito Ferreira por todo amor, carinho, conselhos, e broncas que me deram durante toda minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus que iluminou meu caminho na condução desse trabalho.

Aos Atletas que participaram do estudo.

Aos Meus pais Marli Marques Ferreira dos Santos e Hamilton José dos Santos, que sempre foram o suporte das minhas conquistas e o abrigo após as decepções.

Ao meu Irmão caçula Vander Ramon (Gut) Ferreira Santos por ter ajudado nas coletas e pelo apoio moral, que ele nem sabe que me dá, mas é muito importante.

A minha segunda mãe Josete Gomes da Silva, por ter cuidado de mim por quase 20 anos.

Ao meu sobrinho cabeçudo Davi da Silva Guedes, por ser o motivo pelo qual eu tento ser uma pessoa cada vez melhor.

A família Ferreira representada na pessoa do meu avô Benedito Ferreira, pelo apoio e carinho.

A família Santos representada na pessoa do meu avô Josué Marcolino dos Santos, pelo apoio e carinho.

A senhorita Gabriela de Araújo Nascimento, por ter compartilhado praticamente todos os momentos durante esse processo, além de ter tido muita paciência pra me ouvir.

Aos que ajudaram nas coletas de dados, Leandro Camati, Patrícia Couto, Ligya Karina, José Wellington, Diego Cahet, Marcos David, Carlos Raffael, Josiel.

A empresa Bio técnica por ceder os kits de lactato muito úteis na execução do estudo.

A FAPEAL pela concessão da bolsa de pesquisa que foi fundamental pra o desenvolvimento da pesquisa.

Ao professor doutor Luciano Meireles por ter dado acesso ao laboratório.

Aos meus companheiros da turma 2010 do Mestrado da FANUT.

Aos companheiros do Laboratório de Aptidão Física e a Faculdade de Educação física pela concessão do espaço para realização da pesquisa

Aos meus amigos que sempre me deram força.

Aos funcionários, amigos, professores da FANUT.

Ao melhor grupo de pesquisa do mundo GPCE pelas discussões extremamente úteis no desenvolvimento das idéias.

E por fim eu agradeço ao meu amigo e professor Doutor Adriano Eduardo Lima da Silva, por suas orientações e conselhos desde a graduação. Você é um professor no sentido mais nobre da palavra, na academia e na vida.

Obrigado.

RESUMO

O Taekwondo é um esporte caracterizado por ser um esporte intermitente. As lutas de Taekwondo são compostas por momentos de alta intensidade (ataques), intercalados por períodos de baixa intensidade (*steps*) e de pausas efetuadas pelos árbitros. Provavelmente o sistema anaeróbio é predominante durante os ataques e o aeróbio durante os *steps* e pausas. Alguns estudos sugerem que a cafeína promove uma melhora na performance atlética, altera a distribuição da energia em múltiplos *sprints* e melhora fundamentos em esportes intermitentes. Se os efeitos da cafeína se repetirem em estudos com Taekwondo, os atletas poderão aumentar a frequência de ataques nos primeiros momentos da luta, o que aumentaria as chances de vitória. Visando contribuir com a discussão do problema, esta dissertação apresenta dois artigos: uma revisão da literatura que trata sobre o efeito da cafeína em exercícios intermitentes; o segundo artigo refere-se a um estudo experimental, com dez atletas de Taekwondo com mais de 7 anos de prática da modalidade, que objetivou verificar o efeito da suplementação de cafeína durante lutas simuladas de Taekwondo e no tempo de reação a um estímulo visual. Os atletas foram suplementados com 5mg de cafeína para cada kg de peso corporal ou receberam uma cápsula contendo celulose como placebo, sendo que ambos atletas lutaram na mesma condição (placebo VS. placebo e cafeína VS cafeína. Os principais resultados desse estudo mostraram que a suplementação de cafeína diminuiu o tempo de reação do primeiro teste, aumenta o número de ataque na luta 2. O round 1 da primeira luta também se tornou mais intenso que os outros e a fração 1 desse round foi a que

teve o maior número de ataque. Os níveis de lactato sanguíneos ao fim dos rounds 2 e 3 da luta 1 foram maiores na condição com suplementação de cafeína. Dessa forma, a cafeína exerce efeito sobre os atletas, diminuindo o tempo que o atleta reage a um estímulo visual, além de mudar a estratégia durante a luta, intensificando nos momentos iniciais.

Palavras-chave: tempo de reação, esporte intermitente, esporte de combate.

Abstract

Taekwondo is an intermittent sport. During the fight there are high intensity moments (attacks) interspersed by low intensity moments (steps) and referees' pauses. Caffeine improves athletic performance in intermittent activities, changes the energy distribution in multiple sprints, and improving skills on intermittent sports. If there is effect of caffeine in Taekwondo, the athletes will attack more in early stages of the fight; it would increase the total attacks of full fight, then the athlete's chance of winning increase. To contribute with hypothesis discussion this dissertation presents two papers: a review about effects of caffeine on intermittent exercise; the second is an experimental paper, 10 Taekwondo athletes with 7 years or more of sport practice. The subjects were supplemented with 5 mg caffeine/ kg body mass or ingested placebo substance, both athletes on same condition (placebo vs placebo or caffeine vs caffeine). 45 minutes after supplementation, athletes performed the first reaction time test. 60 minutes after supplementation, athletes performed the first fight (3-2min. rounds). 10 minutes after first fight, athletes performed the second reaction time test. 15 minutes after second reaction time test, athletes performed the second fight. Immediately before second fight the athletes performed the third reaction time test. The main results of this study showed that caffeine supplementation decreased the reaction time on the first test, the attack number was largest in second fight, the first round of the fight became more intense than others and first fraction of first round was had the greatest number of attack, the blood lactate level at end of the rounds 2 and 3 was greatest than control situation. In conclusion caffeine had effect on Taekwondo athletes, reducing the time that the athlete reacts

to a visual stimulus, and changes the fight strategy, became early stages of the fight more intense.

Keywords: reaction time, intermittent sport, combat sport.

LISTA DE FIGURAS

Página

2º artigo: artigo de resultados

| | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Desenho experimental..... | 42 |
| Figura 2 | Figura 2- Histograma do tempo médio de ataque (AT), número de ataque (NAT), tempo médio de step (ST) e tempo médio de pausa (PA) de cada dos rounds 1, 2 e 3 (R1, R2, R3) e da média de cada luta..... | 48 |
| Figura 3 | Figura 3- Lactato sanguíneo antes da luta 1, antes da luta 2 e após cada round 1, 2 e 3..... | 51 |

LISTA DE TABELAS

1º artigo: artigo de revisão

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Estudos sobre suplementação de cafeína em exercícios intermitente..... | 32 |
|----------|--|----|

2º artigo: artigo de resultados

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Comparação entre os valores médios do Teste de Reação (TR) entre as condições cafeína e placebo..... | 46 |
| Tabela 2 | Valores médios dos Rounds 1, 2 e 3(R1,R2 e R3) e da média da Luta das variáveis: Número de pontos (PT), razão de Ataque/Step (AT/ST) Tempo Total Ataque (TAT), Tempo Total de Step (TST), Tempo Total de Pausa (TPA) Tempo Relativo Ataque (%AT), Tempo Relativo de Step (%ST), Tempo Relativo de Pausa (%PA) entre as condições cafeína(CAF) e placebo (PLA)..... | 49 |
| Tabela 3 | Valores máximos da Frequência cardíaca máxima e média dos rounds 1, 2 e 3..... | 51 |
| Tabela 4 | Média dos Valores da Percepção subjetiva do esforço (PSE) antes de cada Luta e após os rounds 1, 2 e 3..... | 52 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 14 |
| 2. COLETÂNEA DE ARTIGOS..... | 18 |
| 2.1. 1º artigo: artigo de revisão | |
| Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de exercícios intermitentes de alta intensidade..... | 19 |
| 2.2. 2º artigo: artigo de resultados | |
| Efeito da suplementação de cafeína sobre a relação esforço/pausa, distribuição e eficiência dos ataques em lutas simuladas de Taekwondo | 36 |
| 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 61 |
| 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 63 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Taekwondo é um esporte de combate disputado em três ou quatro rounds de 2 minutos cada um, apresentando momentos de alta intensidade (ataques), intercalados por períodos de baixa intensidade (*steps*) e de pausas efetuadas pelos árbitros (HELLER et al., 1998; MATSUSHIGUE et al., 2009; SANTOS et al. 2010). Heller et al. (1998) demonstraram que a razão entre o tempo destinado a atividades de alta e baixa intensidade é entre 1:3 e 1:4 em lutas estilo *International Taekwondo Federation* (ITF). Matsushigue et al. (2009) descobriram uma razão de 1:6 no Taekwondo estilo Songahm, enquanto Santos et al. (2010) apresentaram uma razão para o Taekwondo estilo World Taekwondo Federation (WTF) de 1:8 no campeonato mundial de 2007 e de 1:6 nos jogos olímpicos de 2008. Esses resultados sugerem que os atletas destinam um maior tempo durante as lutas para os esforços de baixa intensidade, quando comparado aos esforços de alta intensidade (HELLER et al., 1998; MATSUSHIGUE et al., 2009; SANTOS et al., 2010).

Uma análise mais detalhada da dinâmica dos momentos de alta e baixa intensidade sugere que durante um *round*, os atletas em média destinam um total de 10 segundos para ataque e 97 segundos para *step* (SANTOS et al., 2010). Em média, existem oito ataques por *round*, com duração de aproximadamente 1 segundo cada, intercalados por momentos de baixa intensidade em *step* de aproximadamente 9 segundos (SANTOS et al., 2010).

Muitos suplementos alimentares, como a cafeína, parecem interferir no sistema anaeróbio (KREIDER et al., 2010). Dessa forma, a suplementação de cafeína poderia ter conseqüência em esportes intermitentes, como o Taekwondo. Realmente, alguns estudos demonstraram que a cafeína melhora o desempenho atlético em exercícios intermitentes (FOSKETT et al., 2009; GLAISTER et al.,

2008; SCHNEIKER et al., 2006; STUART et al., 2005. Por exemplo, Glaister et al. (2008) analisaram o efeito da ingestão de 5mg/kg cafeína em 12 *sprints* de 30m separados por 35s de intervalo. Os resultados encontrados demonstram uma melhora significativa no tempo dos três primeiros *sprints*, acompanhado por uma piora não significativa nos tempos dos demais *sprints*. Entretanto, nesse estudo não foi encontrado alteração no tempo médio de todos os sprints. Da mesma forma, Stuart et al. (2005) analisaram o efeito da suplementação de cafeína na simulação de uma partida de *rugby* e verificaram uma melhora na força e na velocidade dos *sprints* dos atletas, além de uma melhora de 10% na habilidade de passar a bola. Stuart et al. (2005) identificaram também o efeito da cafeína em um protocolo específico para rugby no qual, entre outras atividades, havia uma corrida de agilidade. Fosket et al. (2009) observaram que a ingestão de cafeína melhora significativamente o tempo de execução de um protocolo que avalia a velocidade e precisão do passe no futebol. Esses resultados sugerem que a suplementação com cafeína pode promover uma melhora nas variáveis físicas, na estratégia de distribuição da velocidade e na execução do gesto motor.

Essas alterações poderiam ter efeito positivo durante lutas de Taekwondo. Entretanto, nenhum estudo até o momento investigou os efeitos da suplementação de cafeína sobre o desempenho e a razão ataque-pausa em lutas de Taekwondo. Dessa forma, se o efeito da cafeína documentado em esportes intermitentes como Rugby e futebol se repetir no Taekwondo, os atletas poderiam aumentar a precisão dos ataques nos primeiro momentos da luta, o número total de ataques da luta, o que aumentaria as chances de vitória do atleta. Visando contribuir com a discussão do problema, esta dissertação apresenta dois artigos: uma revisão da literatura que trata sobre o efeito da cafeína em exercícios

intermitentes; o segundo artigo refere-se a um estudo experimental, com dez atletas de Taekwondo com mais de 7 anos de prática da modalidade, que objetivou verificar o efeito da suplementação de cafeína durante lutas simuladas de Taekwondo e no tempo de reação a um estímulo visual.

1º artigo: artigo de revisão

SANTOS, VGF; BERTUZZI, R; KISS, MAPDM LIMA-SILVA, AE. Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de exercícios intermitentes de alta intensidade.

Revista Brasileira de Medicina do Esporte.

RESUMO

Introdução: A cafeína se difunde rapidamente para corrente sanguínea e possui efeito potente sobre o sistema nervoso central e músculo esquelético. Atualmente é estabelecido que a cafeína possui efeito positivo sobre exercícios de *endurance*. Por outro lado, ao considerar os possíveis mecanismos de ação dessa substância, é plausível pressupor que ela também tenha um efeito ergogênico nos exercício intermitentes de alta intensidade (exercícios intensos intercalados por baixa atividade ou pausa). Esse tipo de atividade está presente em diferentes esportes como, futebol, tênis, rugby e taekwondo.

Objetivos: O objetivo desse estudo foi revisar sistematicamente estudos que avaliaram o efeito da cafeína sobre o desempenho em exercícios com características intermitentes. **Métodos:** A Busca foi feita no Pubmed a partir da palavra-chave “*caffeine*” combinada com “*intermittent exercise*” no período até fevereiro de 2012. Dos 26 artigos encontrados na primeira etapa, restaram 11 após a aplicação dos critérios de exclusão. **Resultados:** Analisando os artigos originais, a suplementação de cafeína parece promover melhora nas tarefas motoras e no desempenho atlético. Alguns estudos demonstraram que a cafeína melhora a precisão e o tempo de execução de tarefas motoras, além de diminuir os efeitos da fadiga em protocolos de esportes específicos e de múltiplos *sprints*. A cafeína parece melhorar também o tempo dos primeiros *sprints*, bem como, a potência e velocidade média durante protocolos de múltiplos *sprints*.

PALAVRAS-CHAVE

Suplementação, sprints, protocolos de esportes.

ABSTRACT

Introduction: Caffeine rapidly diffuses into the bloodstream and shows, a strong effect on both central nervous system (CNS) and muscle. Currently it has been established that caffeine improves endurance performance. On the other hand, when considering the possible caffeine mechanisms of action, it seems be plausible to assume that caffeine would have any ergogenic effect on high-intensity, intermittent exercise (high intensities activities period interspersed for low intensities activities). This kind of activity is found in sports such as soccer, tennis, rugby and taekwondo. **Aim:** The aim of this study was to review systematically studies that evaluated the caffeine effects on performance in intermittent exercises. **Methods:** The search was made in Pubmed website using “caffeine” combined with “intermittent exercise” keywords until February, 2012. Eleven of the 26 papers found in the first stage were excluded after exclusion criteria. **Results:** Analyzing original papers, the caffeine supplementation is linked with an improvement on motor tasks and athletic performance. Some studies have also shown that caffeine improves accuracy and velocity of motor tasks, reduces effects of fatigue in sport-specific protocols and multiple sprints. Caffeine also improves the time of the early sprints as well as the power and speed during multiple-sprints protocols.

KEYWORDS:

Supplementation; sprints; sports protocols.

INTRODUÇÃO

A busca pela maximização do desempenho esportivo é o objetivo intrínseco das ciências do esporte. Para tanto, uma das formas utilizadas é o consumo de suplementos alimentares que possam atuar de forma ergogênica, melhorando o rendimento físico dos atletas. Dentre os principais suplementos encontra-se a cafeína, que é uma das substâncias mais consumidas ao redor do mundo e componente de diversos alimentos (café, chocolate, refrigerante de cola e chás)^{1,2}. A cafeína se difunde rapidamente para a corrente sanguínea e possui forte efeito tanto no sistema nervoso central (SNC), quanto no músculo esquelético²⁻⁶.

Os efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho esportivo vêm sendo demonstrados há mais de 30 anos^{3,7}, sobretudo em exercícios de *endurance*^{3,8}. O mecanismo pelo qual a cafeína aumenta o rendimento físico em exercícios de *endurance* parece ser multifatorial. Por exemplo, credita-se que a cafeína melhora o desempenho aeróbio pelos seguintes fatores: 1) aumento da mobilização dos ácidos graxos livres, causando uma possível economia de glicogênio muscular; 2) por atenuar a percepção de esforço do indivíduo; 3) pela elevação da concentração plasmática de epinefrina, o que resulta no aumento da lipólise e taxa glicolítica; 4) inibição dos receptores de adenosina, causando um bloqueio dos efeitos deletérios da adenosina sobre exercício, haja vista que quando a adenosina se liga ao seu receptor há uma diminuição da atividade neuronal, dilatação dos vasos sanguíneos, diminuição da frequência cardíaca, da pressão sanguínea e da temperatura corporal, o que é prejudicial ao desempenho^{2,5,9-11}.

Por outro lado, existem poucos estudos verificando o efeito da cafeína em exercícios intermitentes, seja ele de longa ou curta duração. Esses exercícios intensos intercalados por períodos de pausa passiva ou com atividade de baixa atividade estão presente em diferentes esportes, tais como, futebol, tênis, rugby e taekwondo ^{4,12-17}. Glaister ¹⁸ e Gaitanos ¹⁹ concluíram que durante esse tipo de exercício os momentos de alta intensidade são suportados pelo sistema energético anaeróbio alático, ao passo que os durante os momentos de baixa intensidade o sistema aeróbio é o responsável pela recuperação da homeostase.

Ao considerar a sua ação como inibidor dos receptores de adenosina, é possível supor que, sob efeito da cafeína os atletas possam manter o desempenho por mais tempo durante exercícios intermitentes, aumentando a atividade neural e utilização do sistema anaeróbio, enquanto seu efeito sobre a via aeróbia pode auxiliar nos momentos de recuperação durante atividades intermitentes ²⁰. Porém, ao menos em nosso conhecimento, não existe nenhuma revisão sistemática que trate exclusivamente sobre o efeito da cafeína em exercícios intermitentes. Portanto, o objetivo desse estudo foi revisar sistematicamente estudos que avaliaram o efeito da cafeína sobre o desempenho em exercícios com características intermitentes.

PROCEDIMENTO PARA BUSCA DE ARTIGOS.

Para atingir o objetivo proposto, desenvolveu-se a uma revisão sistemática da literatura. A base de dados consultadas foi o *PubMed* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), a partir da palavra-chave “*caffeine*” combinada com “*intermittent exercise*” em fevereiro de 2012.

Em uma segunda etapa foram aplicados os critérios de inclusão a partir da leitura dos resumos disponíveis. Foram considerados nessa revisão artigos originais, executados com seres humanos, com o desenho experimental duplo cego e randomizado, que avaliaram o efeito da suplementação aguda de cafeína sobre o desempenho em atividades intermitentes^{18, 19}.

Dos 26 artigos encontrados na primeira etapa, foram excluídos 15 por não se tratarem da temática abordada. A quantidade final de artigos foi 11 e os principais resultados desse estudo são apresentados abaixo.

CAFEÍNA E DESEMPENHO EM ATIVIDADES INTERMITENTES DE ALTA INTENSIDADE

A partir dos estudos selecionados, foi possível identificar que em sua maioria (90,1%), parece haver um efeito positivo da cafeína sobre o desempenho durante o exercício intervalado de alta intensidade. . A tabela 1 descreve sumariamente os estudos selecionados. Para melhor apresentação dos dados, essa sessão foi dividida em “desempenho em protocolo de esportes específicos” e “desempenho em *sprints* repetidos”.

CAFEÍNA E DESEMPENHO: TESTES ESPECÍFICOS

Como se pode observar, sete estudos avaliaram o efeito da cafeína sobre o desempenho testes que levaram em consideração a especificidade do gesto esportivo, sendo três no futebol ^{12, 13, 21}, dois no rugby ^{4, 15} e dois no tênis ^{14, 16}.

Os estudos de Fosket et al. ¹³ e Gant et al. ¹² avaliaram o efeito da cafeína sobre dois testes específicos para futebol (LIST: *Loughborough Intermittent Shuttle-Running Test* e LSPT: *Loughborough soccer-passing test*) e sobre o CMJ (*Countermovement jump*). O LIST é um teste que simula as corridas durante uma partida de futebol, composto por seis blocos de 15 minutos separados por 4 minutos de repouso, onde cada bloco é constituído por 11 voltas em um circuito que possui caminhada e corridas de diferentes intensidades, além de 15m de *sprint*. O LSPT é um teste construído para avaliar a acuraria no passe, constituído por 16 passes em que o atleta precisa fazer os passes o mais rápido possível com o máximo de precisão. Quando o atleta erra algum passe recebe um acréscimo ao tempo final, sendo o resultado

final expresso pelo tempo total do teste. O CMJ é um teste constituído de um único salto em altura.

Para o LSPT, o estudo de Fosket et al.¹³ identificou que a cafeína promove melhora significativa no tempo do teste, enquanto Gant et al.¹² não identificaram diferença entre as condições cafeína e placebo. Para o teste de corrida, LIST, apenas o estudo de Gant et al.¹² identificaram uma melhora significativa para condição de cafeína no tempo dos *sprints* dos blocos 4, 5 e 6 desse protocolo. O teste de salto em altura (CMJ) apresentou melhora significativa na condição de cafeína em relação a condição placebo nos dois estudos. Esses estudos mostram a indefinição no teste de precisão e velocidade, porém no que se refere ao teste de potência de membro inferior, a cafeína apresentou consistência com efeito em ambos os estudos. Em nenhum desses dois estudos foi identificada diferença significativa nos dados da escala de percepção do esforço entre as condições. Isso pode explicar por que o estudo do Fosket et al.¹³ não encontrou diferença entre as condições no desempenho do LIST. No estudo de Gant et al.¹², apesar da melhora do desempenho no LIST a percepção do esforço se manteve a mesma, além da percepção de prazer ter melhorado na condição com suplementação de cafeína. Esses resultados indicam que os atletas se sentiram mais confortáveis na condição de cafeína, o que poderia estar associado com a melhora no desempenho.

Mohr et al.²¹ utilizaram um protocolo de corrida também baseado no futebol, conhecido como *Yo-Yo intermittent recovery test level 2* (Yo-Yo IR2). Esse teste consiste em executar varias corridas de 40m até a exaustão (vai e vem de 20 m), intercaladas por 5-10 segundos de pausa, sendo que ao fim de

cada corrida de 40m a velocidade é aumentada. O resultado desse teste é expresso pela distância percorrida em metros. Na condição com suplementação de cafeína (6 mg por kg de peso corporal) houve um aumento de 16% na distância percorrida pelos atletas, quando comparados com o placebo, sugerindo que a cafeína pode aumentar o trabalho total realizado nesse tipo de teste.

Roberts et al.²² estudaram o efeito da suplementação de 4 mg de cafeína/kg de massa corporal sobre simulações ações específica do rugby. O protocolo de exercício intermitente foi constituído por caminhada, *jogging*, circuito com intensidades predeterminadas, simulação de contato, teste de sustentação de alta intensidade, teste de velocidade, teste de agilidade e 15m de *sprint*. Nesse estudo foi identificada uma diminuição no tempo total de execução do teste, uma diminuição no tempo dos *sprints* de 15m e no tempo de execução de uma tarefa motora em que o atleta tinha que saltar com uma perna em diagonal, seis vezes pra frente e seis vezes pra trás. A percepção subjetiva do esforço diminuiu, mas o lactato sanguíneo e a frequência cardíaca não diferiram significativamente. Isso sugere que a melhora no tempo do *sprint* de 15 m e no tempo da execução dos protocolos está ligado a melhoras na técnica motora, provavelmente em decorrência de algum aspecto neural não mensurado no estudo.

Da mesma forma, Stuart et al.¹⁵ verificaram o efeito da suplementação de 6 mg de cafeína/kg de massa corporal sobre simulações de rugby contendo dois períodos de 40 minutos cada, onde cada período era composto por um circuito repetido quatorze vezes. Cada circuito foi composto por onze estações que simularam um jogo de rugby. O estudo identificou, na condição com

suplementação de cafeína, diminuição na média de tempo gasto na corrida de agilidade do primeiro período e a diminuição do tempo do *sprint* de 30 metros. Isso indica que a cafeína tem efeito tanto com tarefas de agilidade com mudanças de direção, quanto em tarefas de potência máxima.

Hornery et al.¹⁴ e Vergauwen et al.¹⁶ verificaram o efeito da suplementação de cafeína (respectivamente 3 e 5 mg de cafeína/kg de massa corporal) sobre protocolos de simulação de uma partida de tênis. Hornery et al.¹⁴ identificaram que no último quarto da simulação, a velocidade do golpe é maior na situação de suplementação, quando comparada com o placebo, porém não houve melhora quanto a precisão do golpe. Outras variáveis como frequência cardíaca, lactato sanguíneo, glicose sanguínea, percepção subjetiva do esforço não foram diferentes entre as condições. Entretanto, no estudo de Vergauwen et al.¹⁶ não foi identificado nenhum efeito ergogênico da cafeína sobre a taxa de erro, velocidade da bola, precisão do golpe, velocidade do golpe, percepção subjetiva do esforço e frequência cardíaca. Esses resultados indicam que no tênis a cafeína só teve efeito na força do saque no último quarto da simulação, porém não teve efeito sobre as variáveis fisiológicas, índices de fadiga e precisão dos movimentos.

Em suma, ao que se refere à da execução de protocolos de esportes específicos, a cafeína parece promover melhoras no tempo da execução de *sprints*, no tempo execução dos protocolos específicos, na execução de passes e de salto, além de promover melhora na velocidade e na qualidade do gesto esportivo. A suplementação de cafeína promove melhora na sensação de prazer durante o exercício e na sensação de esforço. Contudo, os efeitos da cafeína parecem ser esporte dependente.

CAFEÍNA E DESEMPENHO EM *SPRINTS* REPETIDOS

Quatro estudos avaliaram o efeito da cafeína sobre testes de múltiplos *sprints*. Três desses estudos avaliaram *sprints* em cicloergômetro ²³⁻²⁵, enquanto um observou em corrida ²⁰.

Schneiker et al. ²³ utilizaram um teste composto por duas séries compostas por 18 *sprints* de 4 segundos a 100% do consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}), intercalados por 2 minutos de recuperação a 35% do VO_{2MAX} . Na condição com suplementação de cafeína (6mg por kg de peso corporal), foi identificado aumento na média do trabalho desenvolvido nos *sprints* e na potência de pico da segunda série, quando comparado com o placebo, com um conseqüente aumento no nível de lactato sanguíneo. Não houve diferença para percepção subjetiva do esforço entre as condições. Similarmente, Trice & Haymes ²⁴ usou um teste constituído por três series de 30 minutos, alternando 1 minuto de exercício a 85-90% do VO_{2MAX} por 1 minuto de repouso (5 minutos de repouso entre as séries). O teste terminava no fim do terceiro período ou até a exaustão. O tempo até a exaustão aumentou após a suplementação de cafeína (5 mg de cafeína/kg de massa corporal). Outras variáveis avaliadas como lactato sanguíneo, frequência cardíaca, consumo de oxigênio (VO_2) e percepção subjetiva do esforço não diferiram entre as condições.

Ainda em cicloergômetro, Lee et al. ²⁵ analisaram a sobreposição do efeito da cafeína sobre o rendimento físico ao utilizarem a ingestão aguda de 6mg de cafeína por kg de peso corporal, após a ingestão sistêmica de creatina durante 5 dias (0,3g de creatina por kg de peso por dia). Foi adotado como critério de desempenho em os resultado em um teste constituído de 6 *sprints*

de 10 segundos, intercalados por 60 segundos de repouso ativo a 50 watts. Na condição com cafeína foram identificados aumentos na média da potência e na potência de pico nos *sprints* um e dois, quando comparados ao placebo, mas não houve diferença nos demais *sprints*. A frequência cardíaca e os níveis de lactato sanguíneo foram maiores na condição com cafeína+creatina, quando comparados ao placebo. Apesar do aumento da potência dos *sprints* iniciais, a percepção subjetiva do esforço não se alterou, indicando que o atleta percebe o esforço relativamente mais fácil o que lhe permite aumentar a potência.

Uma síntese desses estudos em cicloergômetro sugere que, apesar dos diferentes protocolos dos estudos, a cafeína promoveu uma melhora significativa no desempenho. No estudo de Schneiker et al.²³, houve um aumento no trabalho total, no estudo de Trice & Haymes²⁴ um aumento no tempo de exaustão, enquanto no estudo de Lee et al.²⁵ houve um aumento na média da potência e na potência de pico dos dois *sprints* iniciais. O lactato foi maior na condição com cafeína nos estudos de Schneiker et al.²³ e Lee et al.²⁵, enquanto a percepção subjetiva do esforço não se alterou em nenhum dos estudos, apesar do aumento do esforço na condição de cafeína. Isso indica que, relativamente, os atletas perceberam o esforço como sendo menor, os habilitando a aumentarem a carga de trabalho, todavia é importante salientar que no estudo de Lee et al.²⁵ utilizou creatina em conjunto com a cafeína, o que poderia “contaminar” a análise do efeito isolado da cafeína.

No que se refere aos protocolos de corrida, Glaister et al.²⁶ verificaram o efeito de 5 mg de cafeína/kg de massa corporal em um protocolo constituído por 12 *sprints* de 30 metros, intercalados por 35 segundos de pausa. Os resultados desse estudo mostram uma diminuição no tempo dos três primeiros

sprints na condição com suplementação de cafeína, acompanhado por um aumento dos níveis de lactato sanguíneo e de frequência cardíaca, mas a percepção subjetiva do esforço não diferiu significativamente, similar ao encontrado em cicloergômetro e descrito acima.

Em suma, a cafeína parece promover aumento na produção de trabalho, potência de pico, na velocidade de *sprints* iniciais e retardo da fadiga em atividades de *sprints* repetidos, tanto em protocolos realizados em cicloergômetro, quanto em esteira. Em paralelo, a cafeína parece aumentar a frequência cardíaca e a produção de lactato. Porém a manutenção da percepção de esforço na condição de suplementação de cafeína, apesar do maior esforço, indica que relativamente, a percepção do esforço é menor na condição com cafeína.

Tabela 1- Estudos sobre suplementação de cafeína em exercícios intermitente.

| Estudo | N | Tipo de suplementação de cafeína | Momento da suplementação | Dosagem (mg/kg massa corporal) | Protocolo | Efeito da cafeína |
|-------------------------------|----|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|---|
| Roberts et al (2010) | 8 | Combinada com carboidrato | 1h antes do início do exercício. | 4,0 | Rugby unio Simulation | Melhora nos tempos dos 15 <i>sprints</i> com relação ao placebo, as habilidades motoras foram executadas mais rapidamente e a percepção de esforço foi menor em relação ao placebo ou apenas carboidrato. |
| Gant et al (2010) | 15 | Combinada com carboidrato | 1h antes do início do exercício | 3,7 | LSPT, LIST, CMJ | Melhora no tempo do LISTS, no CMJ, aumento da FC e da percepção de desaprovção. |
| Foskett et al (2009) | 12 | Exclusiva | 1h antes do início do exercício | 6,0 | LSPT, LIST, CMJ | Melhora no LSPT e no CMJ |
| Glaister et al (2008) | 21 | Exclusiva | 1 antes do início do exercício | 5,0 | 12 x 30 m / 35 de pausa | Melhora nos tempos dos três primeiros <i>sprints</i> e aumento no lactato sanguíneo |
| Hornery et al (2007) | 12 | Exclusiva | 30min antes do início do exercício | 3,0 | Simulação de partida de tênis | Saques do último <i>set</i> foram mais velozes. |
| Schneiker et al (2006) | 10 | Exclusiva | | 6,0 | 2x(18x <i>sprints</i> de 4s/2min de recuperação a 35% vo2max) | Aumento na produção de trabalho nos <i>sprints</i> e na média da potência de pico. |

Rugby unio - Protocolo de exercício intermitente constituído por caminhada, *jogging*, circuito com intensidades predeterminadas, simulação de contato, teste de sustentação de alta intensidade, teste de velocidade, teste de agilidade e 15m de *sprint*; **LSPT** - Loughborough soccer-passing Test; **LIST** - Loughborough Intermittent Shuttle-Running Test; **CMJ** - Countermovement Jump; **Rugby Test** - Dois períodos de 40 minutos, cada período composto de sete circuitos, cada circuito é composto por estações (1-*sprint* de 20m; 2-*sprint* ofensivo; 3- andar; 4- Drive e 2; 5-andar; 6-*sprint* defensivo; 7- andar; 8-*sprint* de agilidade; 9-precisão de passe; 10-*sprint* de 30m; 11-andar; **LTPT** - Leuven Tennis Performance test; **Yo-YO IR2** - Yo-Yo intermittent recovery test level 2

Tabela 1- Estudos sobre suplementação de cafeína em exercícios intermitente. Continuação

| Estudo | N | Tipo de suplementação de cafeína | Momento da suplementação | Dosagem (mg/kg massa corporal) | Protocolo | Efeito da cafeína |
|-------------------------------|----|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|--|
| Stuart et al (2005) | 9 | Exclusiva | 70min antes do início do exercício | 6,0 | Rugby Test | Melhora na tarefa de agilidade e no tempo do <i>sprint</i> final de 30 m |
| Vergauwen et al (1998) | 13 | Combinada com carboidrato | 1h antes do início do exercício | 5,0 | LTPT e shuttle run | Não apresenta efeitos ergogênicos |
| Trice et al (1995) | 8 | Exclusiva | 1h antes do início do exercício | 5,0 | 3 x 30min alternando 1min de exercício por 1 de descanso | Aumento nos níveis séricos de ácidos graxos livres, menos depleção de glicogênio |
| Lee et al. (2011) | 12 | Combinada com creatina | 1h antes do início do exercício | 6,0 | 6 <i>sprints</i> de 10s intercalados por intervalos de 60s a 50Watts) | Aumento na potência de pico e na potência média dos <i>sprints</i> 1 e 2 |
| Mohr et al. (2011) | 8 | Exclusiva | 70min antes do início do exercício | 6,0 | Yo-YO IR2 | Aumento de 16% na distancia percorrida. |

Rugby unio - Protocolo de exercício intermitente constituído por caminhada, *jogging*, circuito com intensidades predeterminadas, simulação de contato, teste de sustentação de alta intensidade, teste de velocidade, teste de agilidade e 15m de *sprint*; **LSPT** - Loughborough soccer-passing Test; **LIST** - Loughborough Intermittent Shuttle-Running Test; **CMJ** - Countermovement Jump; **Rugby Test** - Dois períodos de 40 minutos, cada período composto de sete circuitos, cada circuito é composto por estações (1-*sprint* de 20m; 2-sprint ofensivo; 3- andar; 4- Drive e 2; 5-andar; 6-sprint defensivo; 7- andar; 8-sprint de agilidade; 9-precisão de passe; 10-sprint de 30m; 11-andar; **LTPT** - Leuven Tennis Performance test; **Yo-YO IR2** - Yo-Yo intermittent recovery test level 2

CONCLUSÃO

Com base nos estudos apresentados nessa revisão sistemática de literatura, parece plausível sugerir que a suplementação de cafeína é capaz de promover melhoras nas tarefas motoras e no desempenho atlético em exercícios intermitentes. Alguns estudos demonstram que a cafeína parece melhorar a precisão e o tempo de execução de tarefas motoras, além de diminuir os efeitos da fadiga em protocolos de esportes específicos e de múltiplos *sprints*. A cafeína melhora também o tempo dos primeiros *sprints*, bem como, a potência, a velocidade média e o trabalho total em protocolos de *sprints* repetidos. Do ponto de vista prático, esses achados sugerem que a cafeína promove a melhora no desempenho de exercícios intermitentes de alta intensidade.

REFERÊNCIAS

1. Harland BF. Caffeine and Nutrition. *Nutrition* 2000; 16: 522-526.
2. Sawynok J. Caffeine and Pain. *Pain* 2011; 152: 726-729.
3. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2010; 7.
4. Roberts SO, Stokes KA, Trewartha G, Doyle J, Hogben P, Thompson D. Effects of carbohydrate and caffeine ingestion on performance during a

- rugby union simulation protocol. *Journal of Sports Sciences* 2010; 28: 833–842.
5. Fredholm BB, Battig K, Holmen J, Nehlig A, Zvartau EE. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacological Reviews* 1999; 51: 83-133.
 6. Tarnopolsky MA. Effect of caffeine on the neuromuscular system-potential as an ergogenic aid. *Applied physiology, nutrition, and metabolism* 2008; 33: 1284-1289.
 7. Doherty M, Smith PM. Effects of caffeine ingestion on exercise testing: A meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2004; 14: 626–646.
 8. Burke LM. Caffeine and sport performance. *Applied physiology, nutrition, and metabolism* 2008; 33: 1319-1334.
 9. Davis JK, Green JM. Caffeine and anaerobic performance. *Sport Medicine* 2009; 39: 813-832.
 10. Nehlig A, Debry G. Caffeine and Sports Activity: A Review. *International journal of sports medicine* 1994; 15: 215-223.
 11. Paluka SA. Caffeine and Exercise. *Current Sport Medicine Reports* 2003; 2: 213-219.
 12. Gant N, Ali A, Foskett A. The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2010; 20: 191-197.

13. Foskett A, Ali A, Gant N. Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2009; 19: 410–423.
14. Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young WB. Caffeine, carbohydrate, and cooling use during prolonged simulated tennis. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2007; 2: 423–438.
15. Stuart GR, Hopkins WG, Cook C, Cairns SP. Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine and science in sports and exercise* 2005; 37: 1998-2005.
16. Vergauwen L, Brouns F, Hespel P. Carbohydrate supplementation improves stroke performance in tennis. *Medicine and science in sports and exercise* 1998; 30: 1289-1295.
17. Santos VG, Franchini E, Lima-Silva AE. Relationship between attack and skipping in Tae Kwon Do contests. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2011; 25:1743-51.
18. Glaister M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine* 2005; 35: 757–777.
19. Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH, Brooks S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of applied physiology* 1993; 75:712–719
20. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review: research &

recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2010; 7:1-7.

21. Mohr M, Nielsen JJ, Bangsbo J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of applied physiology* 2011; 111: 1372–1379.
22. Robertson D, Frolich JC, Carr RK, Watson HT, Hollifield JW, Shand D, Oates HA. Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *New England Journal of Medicine* 1978; 298:181-6
23. Schneiker KT, Bishop D, Dawson B, Hackett LP. Effects of Caffeine on Prolonged Intermittent-Sprint Ability in Team-Sport Athletes. *Medicine and science in sports and exercise* 2006; 38(3): 578-585
24. Trice I, Haymes EM. Effects of caffeine ingestion on exercise-induced changes during high-intensity, intermittent exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 1995; 5: 37-44
25. Lee CL, Lin JC, Cheng CF. Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity sprint performance. *European Journal of Applied physiology* 2011; [Epub ahead of print].
26. Glaister M, Howatson G, Abraham CS, Lockey RA, Goodwin JE, Foley P, McInnes G. Caffeine Supplementation and Multiple Sprint Running Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2008; 40:1835-1840

2º artigo: artigo de resultados

SANTOS, VGF; LIMA-SILVA, AE. Efeito da suplementação de cafeína sobre a relação esforço/pausa e distribuição dos ataques em lutas simuladas de Taekwondo.

European Journal of Applied Physiology

RESUMO

A cafeína exerce potente efeito no sistema nervoso central e no músculo esquelético. Alguns estudos mostraram que ela melhora o desempenho em atividades intermitentes. O Taekwondo apresenta momentos de alta intensidade (ataques) intercalados por períodos de baixa intensidade (*steps e pausas*). O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da suplementação de cafeína durante lutas simuladas de Taekwondo e no tempo de reação a um estímulo visual. Dez atletas de Taekwondo ingeriram 5mg de cafeína p/kg de peso corporal ou receberam placebo. 45 minutos após a suplementação foi executado o primeiro teste de tempo de reação. 60 minutos após a suplementação os atletas executaram a primeira luta. 10 minutos após a 1ª luta foi executado o segundo teste de tempo de reação, 15 minutos após o segundo teste de tempo de reação os atletas iniciaram a segunda luta, imediatamente após a segunda luta foi executado o terceiro teste de tempo de reação. O presente estudo mostrou que cafeína diminuiu o primeiro tempo de reação, aumentou o número de ataque na luta 2, tornou o round 1 e a fração 1 desse round mais intensos, além de aumentar os níveis de lactato sanguíneos ao fim dos rounds 2 e 3 da luta 1. Assim a cafeína parece exercer efeito sobre o desempenho de atletas de Taekwondo.

PALAVRAS-CHAVE

Esporte de combate, atividade intermitente, suplementação

ABSTRACT

Caffeine has high effect in CNS and muscles. Some studies have shown that caffeine improves performance on intermittent activities. Taekwondo consists in high intensity moments (attacks) interposed for low intensity periods (steps and pauses). The aim of this study was investigate the effect of caffeine supplementation during Taekwondo fight simulation and reaction time to a visual stimulus. 10 Taekwondo athletes were supplemented with 5 mg caffeine/kg body mass or ingested placebo substance, both athletes on same condition (placebo vs placebo or caffeine vs caffeine). 45 minutes after supplementation, athletes performed the first reaction time test. 60 minutes after supplementation, athletes performed the first fight (3-2min. rounds). 10 minutes after first fight, athletes performed the second reaction time test. 15 minutes after second reaction time test, athletes performed the second fight. Immediately before second fight the athletes performed the third reaction time test. The main results of this study showed that caffeine supplementation decreased the reaction time on the first test, the attack number was largest in second fight, the first round of the fight became more intense than others and first fraction of first round was had the greatest number of attack, the blood lactate level at end of the rounds 2 and 3 was greatest than control situation. In conclusion caffeine had effect on Taekwondo athletes, reducing the time that the athlete reacts to a visual stimulus, and changes the fight strategy, became early stages of the fight more intense.

KEYWORDS:

Combat Sport, intermittent activity, supplementation

1. INTRODUÇÃO

Em busca da melhora do desempenho esportivo, diversas alternativas são utilizadas, sendo a suplementação alimentar considerada uma das alternativas pesquisadas. A cafeína é uma substância com absorção rápida, que facilmente entra na corrente sanguínea e nos tecidos do corpo, causando uma importante melhora da performance. Os valores de pico da cafeína são alcançados uma hora após a sua administração por via oral. Pela sua solubilidade em lipídio, seus metabolitos atravessam facilmente a barreira hematoencefálica (Goldstein et al., 2010; Robertson et al., 1978). A ação da cafeína no SNC está ligada ao bloqueio dos receptores de adenosina, impedindo a ligação adenosina-receptor que desencadearia um processo prejudicial ao exercício, como a diminuição da atividade neuronal, dilatação dos vasos sanguíneos, redução da frequência cardíaca, da pressão sanguínea e da temperatura corporal (Fredholm et. al 1999).

Além do efeito no SNC, a cafeína apresenta uma ação periférica, que modifica a oferta de substrato energético durante o exercício. A cafeína inibi a atuação da enzima fosfodiesterase que é responsável pela degradação do 3', 5'- monosfosfato cíclico (c-AMP), o que resulta no aumento do c-AMP no citoplasma e a secreção de catecolaminas. Como resultado desse processo, dentre outros efeitos, há o aumento da lipólise e do fluxo glicolítico, o que aumenta a disponibilidade energética durante o exercício (Davis & Green ,2009; Nehlig & Debry, 1994; Paluska, 2003).

A partir dessas melhoras fisiológicas, o uso de cafeína está ligado a melhorar na precisão da execução de atividades motoras (Haskell et al., 2005; Mclellan et al., 2005; Tikuisis et al., 2004; Gillingham et al., 2004; van

Duinen et al., 2005; Brice & Smith, 2001). Fosket et al (2009) observaram que a ingestão de cafeína melhora significativamente o tempo de execução de um protocolo que avalia a velocidade e precisão do passe no futebol. Da mesma forma, Stuart et al(2005) identificaram o efeito da cafeína em um protocolo específico para rugby no qual, entre outras atividades, havia uma corrida de agilidade. Com a ingestão, o tempo na corrida de agilidade foi significativamente menor, sugerindo uma melhora na coordenação, velocidade e/ou precisão na execução dos movimentos.

Além do seu efeito sobre atividades motoras, alguns estudos demonstraram que a cafeína melhora o desempenho em algumas atividades intermitentes. (Foskett et al.,2009; Glaister et al., 2008; Schneiker et al., 2006; Stuart et al., 2005) Por exemplo, Glaister et al. (2008) analisaram o efeito da ingestão de 5mg/kg cafeína em 12 *sprints* de 30m separados por 35s de intervalo. Os resultados encontrados demonstram uma melhora significativa no tempo dos três primeiros *sprints*, acompanhado por uma piora não significativa nos tempos dos demais *sprints*. Entretanto, nesse estudo não foi encontrado alteração no tempo médio de todos os *sprints*. Da mesma forma, Stuart et al.(2005), Grant et al. (2010) e Robert et al. (2010) analisaram o efeito da suplementação de cafeína em protocolos intermitentes, sendo identificadas melhoras nos tempos dos *sprints*.

Em conjunto, esses resultados sugerem que a suplementação com cafeína pode promover uma melhora na força, velocidade e agilidade, além de influenciar na atenção e na velocidade de reação. Essas capacidades físicas são muito importantes em esportes onde é necessário reagir a estímulos e mover um membro ou mudar de direção rapidamente. Esportes de combate

são exemplos clássicos de atividades que necessitam dessas habilidades. Por exemplo, o Taekwondo é um esporte de combate disputado em três ou quatro rounds de 2 minutos cada um, apresentando momentos de alta intensidade (ataques), intercalados por períodos de baixa intensidade (*steps*) e de pausas efetuadas pelos árbitros. (Heller et al., 1998; Matsushigue et al., 2009; Santos et al. 2011; Campos et al., 2011) Uma análise mais detalhada da dinâmica dos momentos de alta e baixa intensidade sugere que durante um *round*, os atletas em média realizam oito ataques por *round*, com duração de aproximadamente 1 segundo cada, intercalados por momentos de baixa intensidade em *step* de aproximadamente 9 segundos. (Santos et al. 2011) Esses resultados sugerem uma alternância entre a utilização dos sistemas energéticos, sendo provavelmente o sistema anaeróbio predominante durante os ataques e o aeróbio durante os momentos de baixa intensidade. (Campos et al., 2011) Tendo em vista a ação da cafeína no SNC, a ação positiva em exercícios intermitentes, a influencia no sistema glicolítico e a melhora na atenção e velocidade de reação, é possível supor que a cafeína tenha efeito benéfico durante lutas simuladas de Taekwondo, alterando a dinâmica da luta, e diminuindo o tempo de reação a um determinado estímulo.

Desse modo, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da suplementação de cafeína durante lutas simuladas de Taekwondo e comparar o tempo de reação a um estímulo visual nas situações com suplementação de cafeína e placebo.

Se a hipótese do presente estudo for confirmada, isso será de suma importância na prática da arte marcial, fornecendo uma informação sobre um suplemento que pode ser utilizado para melhorar o desempenho dos atletas.

2. MÉTODOS

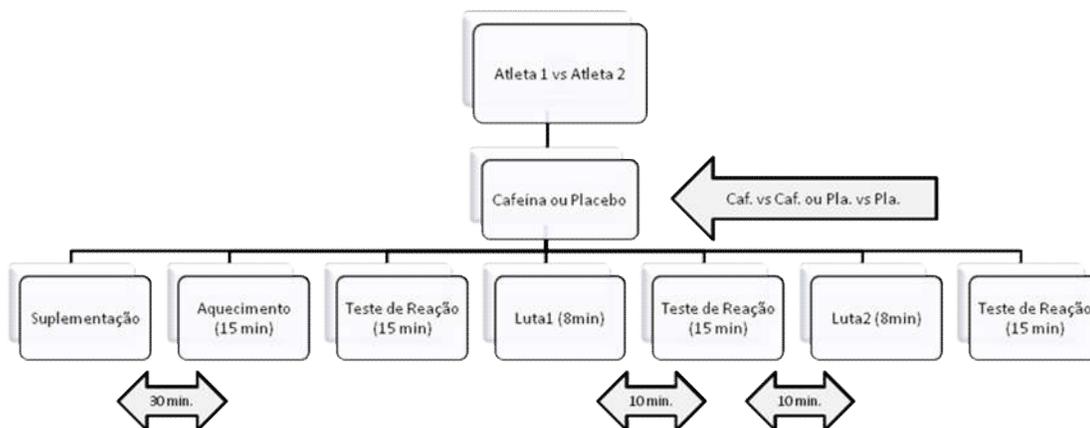
Amostra

Dez atletas de Taekwondo com mais de 7 anos de prática da modalidade participaram voluntariamente do estudo (idade de $24,9 \pm 7,3$ anos, peso corporal $77,2 \pm 12,3$ kg, estatura $1,75 \pm 0,06$). Os atletas foram instruídos verbalmente e de forma escrita sobre os objetivos, riscos e benefícios do estudo. Todos os atletas assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido concordando em participar do estudo. Esse projeto foi aprovado no Comitê de Ética e pesquisa da Universidade Federal de Alagoas sob o número de processo 013224/2010-11.

Desenho experimental.

A figura 1 descreve o desenho experimental utilizado no estudo.

Figura 1- Desenho experimental.



Durante a primeira visita, os atletas foram submetidos a uma avaliação cardíaca (eletrocardiograma) e avaliação antropométrica. Durante a segunda e terceira visita, ao chegar ao laboratório, os atletas foram suplementados ou

com 5mg de cafeína para cada kg de peso corporal ou receberam uma cápsula contendo celulose como placebo. Ambos os atletas lutaram sempre na mesma condição (placebo VS. placebo e cafeína VS cafeína). Após 30 minutos de repouso, os atletas passaram por um aquecimento livre de 15 minutos. Ao término do aquecimento, os atletas executaram um teste de tempo de reação que durou 15 minutos, incluindo preparação e execução do teste. Logo após o término do teste de tempo de reação, os atletas executaram a primeira luta com 3 rounds. Foi respeitado o intervalo de 10 minutos em repouso após o término da 1ª luta, até que fosse executado o segundo teste de tempo de reação, com duração de 15 minutos. Outro intervalo de 10 minutos foi respeitado até que os atletas pudessem aquecer novamente por 5 minutos e iniciar a segunda luta. Logo após o termino da segunda luta os atletas foram submetidos ao terceiro teste de tempo de reação. O procedimento todo durou cerca de 2 horas, contemplando o pico de lactato descrito por Robertson et al. (1978).

Teste de tempo de reação

Cada teste de tempo de reação foi constituído de cinco chutes. Os atletas se alternaram chute a chute, por exemplo, o primeiro atleta executou o primeiro chute, seguido pelo segundo atleta que também executou o seu primeiro chute. O tempo que o atleta permaneceu em repouso entre um chute e outro foi de 30 segundos. O chute executado foi o *Bandal Tchagui*, que é um chute lateral na altura do abdômen. A distância do atleta ao alvo foi igual à altura trocântérica do atleta. Um equipamento eletrônico emitiu um sinal luminoso indicando que o atleta deveria chutar, esse mesmo equipamento é

provido de um sensor de movimento, posicionado no calcanhar do atleta, que registra o tempo que o atleta gastou para mover o pé que atacou. O tempo transcorrido entre o sinal luminoso e a movimentação do pé foi considerado o tempo de reação. Quando o atleta acertou o alvo, outro sensor registrou o impacto, computando o tempo transcorrido entre o sinal luminoso e o toque do pé no alvo, ou seja, o tempo total transcorrido entre o estímulo inicial e o contato final. O tempo de chute foi definido pela subtração do tempo total pelo tempo de reação. A média do tempo de reação e a média do tempo de chute foram obtidas, pela exclusão do melhor e do pior tempo dentre os cinco chutes, seguida pela média aritmética dos três tempos remanescentes.

Descrição das lutas

As simulações das lutas foram realizadas de acordo com as regras oficiais da WTF 2009. A luta consistiu em três rounds de dois minutos de duração por um minuto de intervalo. Nos casos de empate, o *round* de desempate não foi executado. As lutas foram arbitradas por professores de Taekwondo, que não sabiam o suplemento utilizado. Os combates foram formados de acordo com a categoria de peso e faixa, adotando a divisão de peso olímpica (2 atletas na categoria até 68kg, 4 atletas na categoria até 80 kg e 4 atletas na categoria acima de 80 kg). Os atletas lutaram contra o mesmo adversário nas duas situações.

Análise dos dados

A partir da filmagem das lutas de Taekwondo WTF, cada atleta foi analisado separadamente. Os rounds foram analisados pelo software Sony

Vegas 8.0[®] por um avaliador experiente que assistiu aos vídeos das lutas e marcou os momentos onde aconteceram os ataques, *steps* e pausa do árbitro. Foram calculados os seguintes indicadores: 1) tempo de cada AT (s) por *round*; 2) tempo de cada ST(s) por *round*; 3) tempo de cada PA(s) por *round*; 4) tempo somado de AT (s) por *round* e; 5) tempo somado de ST (s) por *round*; 6) tempo somado de PA (s) por *round*; 7) tempo relativo de AT (s) por *round* e; 8) tempo relativo de ST (s) por *round*; 9) tempo relativo de PA (s) por *round*; 10) NAT por *round*; 11) razão entre AT/ST; 12) Número de PT.

Onde AT: ataque; ST: *step*; PA: pausa do árbitro; NAT: número de ataque; PT: pontos marcados. Os detalhes dos procedimentos de análises foram descritos detalhadamente em Santos et al.(2011)

A distribuição dos ataques no decorrer do *round* também foi analisada. Para isso, a luta foi dividida em partes de 25% do tempo total de luta. Essa divisão foi baseada no estudo de Glaister et al. (2008) que encontrou que a cafeína melhora os 3 primeiros *sprints* de uma série de 12 no total, correspondendo aos 25% iniciais. O número de ataques de cada uma dessas partes foi utilizado como indicador da distribuição dos ataques durante o *round*.

Tratamento estatístico

A normalidade dos dados foi averiguada pelo teste de Shapiro-Wilk. Visto que não houve normalidade nos índices (1-12 descritos anteriormente) As comparações entre as condições (cafeína x placebo) e os rounds (1, 2 e 3) e a comparação da distribuição dos ataques entre as condições (cafeína x placebo) foram feitas pelo teste de Wilcoxon. Lactato, frequência cardíaca e os dados do teste de tempo de reação foram comparados entre as condições pelo teste t

para mediadas repetidas, devido a sua distribuição normal. Para todos os tratamentos foi adotado um nível de significância inferior a 5% ($P \leq 0,05$).

3. RESULTADOS

3.1. TESTES DE REAÇÃO

O tempo de reação antes da primeira luta e o tempo de chute do após a segunda luta foram menores na condição CAF, quando comparado a condição PLA. As médias são descritas na tabela 1

Tabela 1- Comparação entre os valores médios do Teste de Reação (TR) entre as condições cafeína e placebo.

| | | Cafeína | Placebo |
|-----------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | Média (s) | Média (s) |
| Teste de reação pré luta 1 | Tempo de reação | 0,37 ± 0,07* | 0,42 ± 0,05 |
| | Tempo de chute | 0,35 ± 0,07 | 0,32 ± 0,06 |
| Teste de reação pós luta 1 | Tempo de reação | 0,39 ± 0,06 | 0,41 ± 0,06 |
| | Tempo de chute | 0,33 ± 0,08 | 0,32 ± 0,03 |
| Teste de reação pós luta 2 | Tempo de reação | 0,39 ± 0,07 | 0,42 ± 0,09 |
| | Tempo de chute | 0,34 ± 0,05 | 0,28 ± 0,05* |

*diferença entre as condições

3.2 VÍDEO

3.2.1 COMPARAÇÃO DOS ROUNDS ENTRE AS CONDIÇÕES

Quando os dados de vídeo foram agrupados nos rounds e comparados entre as condições, foi identificado que na segunda luta, o NAT do round 2 ($11,80 \pm 5,41$ VS $9,75 \pm 4,06$ ataques) e da média da luta ($12,20 \pm 6,71$ VS $8,88 \pm 3,21$ ataques), foram maiores quando o atleta estava suplementado com

cafeína que na condição placebo (figura 2). Por outro lado, o ST do round 1 da segunda luta foi menor na condição cafeína quando comparada ao placebo ($6,97 \pm 2,97$ VS $10,60 \pm 5,06$ segundos). Conseqüentemente, a razão AT/ST do round 1 da segunda luta foi maior quando os atletas foram suplementados com cafeína do que na condição placebo. O PA da média da segunda luta foi maior na condição com cafeína que na condição placebo ($17,98 \pm 5,55$ VS $11,38 \pm 5,05$ segundos). [figura2]

O tempo somado de ST do round 1 da segunda luta foi menor na condição de cafeína quando comparado a condição placebo, enquanto os tempos somados de PA dos rounds 1 e 2 da primeira luta foram menores na condição com suplementação de cafeína que na condição placebo. A porcentagem de AT em relação ao tempo total do round 1 e da média da segunda luta foi maior na condição com suplementação de cafeína de que na condição placebo. [tabela2]

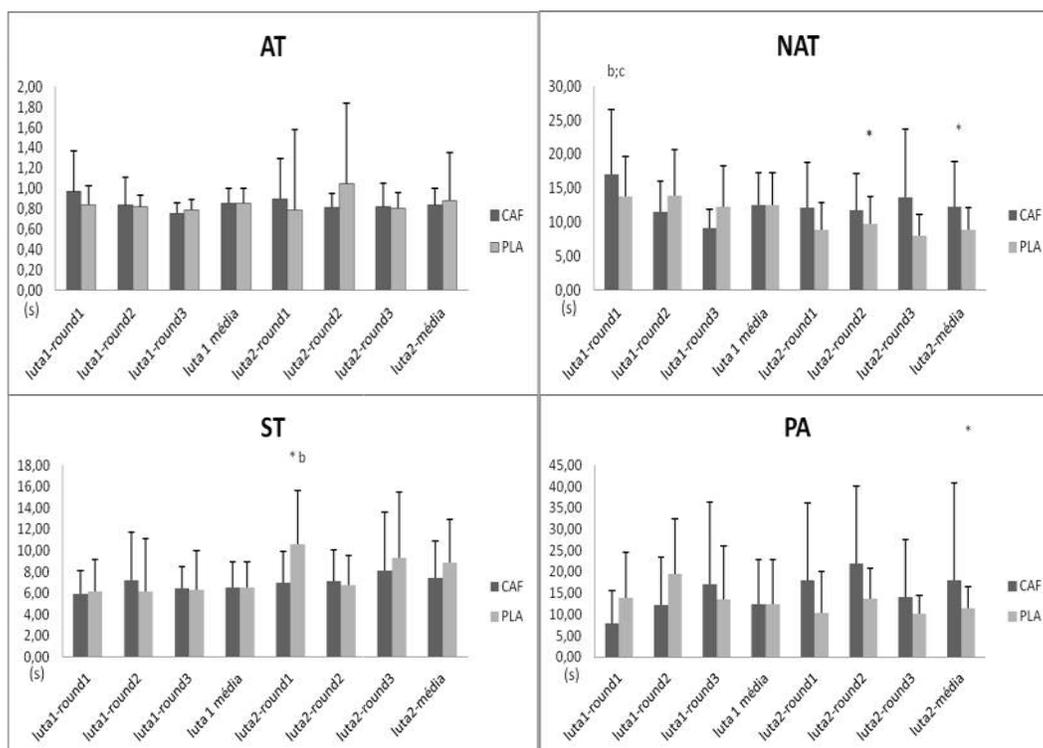
3.2.2 LUTA 1

Quando os rounds foram comparados entre os outros rounds da luta 1, as variáveis NAT, tempo somado de AT, tempo somado de ST, percentual de AT, percentual de ST, foram maiores, enquanto o tempo somado de PA e o percentual de PA foram menores no round 1 que nos rounds 2 e 3 da condição CAF. A pontuação do round 1 da condição CAF foi maior que no round 3. A razão AT/ST do round 1 da condição CAF foi maior que a razão AT/ST do round 2. O tempo somado de AT do round 2 da condição CAF foi maior que o do round 3. [figura2] [tabela 2]

3.2.3 LUTA 2

Quando os rounds foram comparados entre os outros rounds da luta 2 foi possível verificar que houve diferença apenas na condição PLA. O ST do round 1 foi menor que do round 2 ($10,60 \pm 5,06$ vs $6,76 \pm 2,79$ segundos). O número de pontos do round 1 foi maior que do round 3. O tempo somado de AT do round 2 foi maior que o round 3. O tempo somado de ST foi maior no round 1 que nos round 2 e 3. O tempo somado de PA o round 1 foi menor que no round 2. O percentual de ST do round 1 foi maior que no round 2. O percentual de PA do round 1 foi menor que no round 2. [figura2] [tabela 2],

Figura 2- Tempo médio de ataque (AT), número de ataque (NAT), tempo médio de step (ST) e tempo médio de pausa (PA) de cada dos rounds 1, 2 e 3 (R1, R2, R3) e da média de cada luta.



*diferente entre as condições

^bdiferente do round 2 da mesma condição.

^cdiferente do round 3 da mesma condição

Tabela 2- Valores médios dos Rounds 1, 2 e 3(R1,R2 e R3) e da média da Luta das variáveis: Número de pontos (PT), razão de Ataque/Step (AT/ST) Tempo Total Ataque (TAT), Tempo Total de Step (TST), Tempo Total de Pausa (TPA) Tempo Relativo Ataque (%AT), Tempo Relativo de Step (%ST), Tempo Relativo de Pausa (%PA) entre as condições cafeína(CAF) e placebo (PLA).

| LUTA1 | CAF | PLA | CAF | PLA | CAF | PLA | CAF | PLA |
|--------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
| | R1 | R1 | R2 | R2 | R3 | R3 | Média | Média |
| PT | 6,80 ± 3,79 ^c | 5,60 ± 2,80 | 5,50 ± 3,89 | 3,70 ± 3,59 | 3,80 ± 2,86 | 4,20 ± 3,99 | 5,37 ± 3,10 | 4,50 ± 3,02 |
| AT/ST | 0,21 ± 0,15 ^b | 0,22 ± 0,21 | 0,15 ± 0,08 | 0,22 ± 0,17 | 0,13 ± 0,04 | 0,19 ± 0,14 | 0,16 ± 0,08 | 0,16 ± 0,08 |
| TAT(s) | 17,27 ± 12,29 ^{b,c} | 11,44 ± 5,54 | 9,53 ± 4,28 ^c | 11,28 ± 5,57 | 6,74 ± 1,79 | 9,71 ± 5,03 | 11,18 ± 5,41 | 11,18 ± 5,41 |
| TST(s) | 83,83 ± 15,32 ^{b,c} | 78,91 ± 26,19 | 73,07 ± 26,71 | 71,47 ± 25,61 | 74,64 ± 21,41 | 67,31 ± 24,63 | 77,18 ± 19,99 | 77,18 ± 19,99 |
| TPA(s) | 20,83 ± 14,75 ^{b,c,*} | 47,21 ± 26,32 | 57,45 ± 57,17 [*] | 93,38 ± 72,57 | 42,20 ± 19,88 | 60,77 ± 50,79 | 40,16 ± 26,19 | 40,16 ± 26,19 |
| %AT | 14,16 ± 10,07 ^{b,c} | 8,65 ± 4,57 | 6,81 ± 2,45 | 6,53 ± 2,46 | 5,56 ± 1,73 | 6,93 ± 2,46 | 8,84 ± 4,04 | 8,84 ± 4,04 |
| %ST | 68,85 ± 13,13 ^{b,c} | 57,81 ± 19,91 | 57,27 ± 25,63 [*] | 47,03 ± 25,75 | 60,07 ± 15,79 | 53,14 ± 23,74 | 62,06 ± 17,34 | 62,06 ± 17,34 |
| %PA | 16,98 ± 11,90 ^{b,c} | 33,54 ± 18,31 | 35,92 ± 26,04 [*] | 46,43 ± 25,38 | 34,37 ± 16,13 | 39,93 ± 23,21 | 29,09 ± 16,49 | 29,09 ± 16,49 |
| LUTA2 | CAF | PLA | CAF | PLA | CAF | PLA | CAF | PLA |
| PT | 5,30 ± 4,37 | 3,88 ± 1,55 ^c | 5,20 ± 3,29 | 3,13 ± 3,18 | 5,00 ± 4,17 | 1,50 ± 1,20 | 5,00 ± 3,34 | 2,83 ± 1,46 |
| AT/ST | 0,15 ± 0,09 [*] | 0,09 ± 0,05 | 0,16 ± 0,14 | 0,20 ± 0,20 | 0,21 ± 0,23 | 0,11 ± 0,05 | 0,16 ± 0,13 | 0,14 ± 0,09 |
| TAT(s) | 10,38 ± 5,61 | 7,26 ± 4,00 | 10,10 ± 6,45 | 9,81 ± 5,39 ^c | 10,51 ± 8,85 | 6,49 ± 2,81 | 10,05 ± 5,71 | 7,85 ± 3,70 |
| TST(s) | 77,62 ± 19,38 [*] | 91,71 ± 15,29 ^{b,c} | 72,77 ± 18,69 | 75,62 ± 19,15 | 78,32 ± 26,50 | 76,91 ± 22,35 | 76,55 ± 18,91 | 81,41 ± 17,31 |
| TPA(s) | 42,42 ± 26,13 | 40,32 ± 38,74 ^b | 42,27 ± 19,12 | 65,76 ± 43,06 | 49,50 ± 39,88 | 37,13 ± 22,24 | 43,17 ± 15,94 | 47,74 ± 29,82 |
| %AT | 7,99 ± 4,39 [*] | 5,06 ± 2,16 | 8,59 ± 6,44 | 6,37 ± 2,76 | 7,16 ± 4,97 | 5,38 ± 2,27 | 7,80 ± 4,56 [*] | 5,60 ± 1,94 |
| %ST | 60,64 ± 16,27 | 69,33 ± 20,36 ^b | 58,35 ± 11,19 | 53,66 ± 21,87 | 60,02 ± 26,97 | 64,00 ± 19,00 | 60,46 ± 14,37 | 62,33 ± 18,57 |
| %PA | 31,37 ± 17,02 | 25,61 ± 19,40 ^b | 33,06 ± 11,98 | 39,97 ± 21,05 | 32,82 ± 24,12 | 30,62 ± 17,99 | 31,73 ± 11,99 | 32,06 ± 17,56 |

*diferente do mesmo round na condição placebo

^b diferente do round 2 da mesma condição.

^c diferente do round 3 da mesma condição

3.2.4 FRACIONAMENTO

Quando o NAT foi analisado no fracionamento e comparado entre as condições, foi possível identificar que na luta 1 a fração 1 (25%) do round 1 foi maior na condição CAF (5,50 ± 2,36 ataques) de que na condição PLA (2,5 ± 1,35 ataques). Por outro lado, na fração 2 (25-50%) do round 3, o NAT foi maior na condição PLA (2,87 ± 1,24 ataques), quando comparado com a

condição CAF ($1,37 \pm 1,18$ ataques). Durante a luta2 o NAT foi maior na condição CAF ($3,6 \pm 1,42$; $4,62 \pm 4,27$ ataques) na fração 4 (75-100%) dos rounds 2 e 3, quando comparado com os respectivos pontos na condição PLA ($1,62 \pm 1,50$; $1,75 \pm 1,28$ ataques).

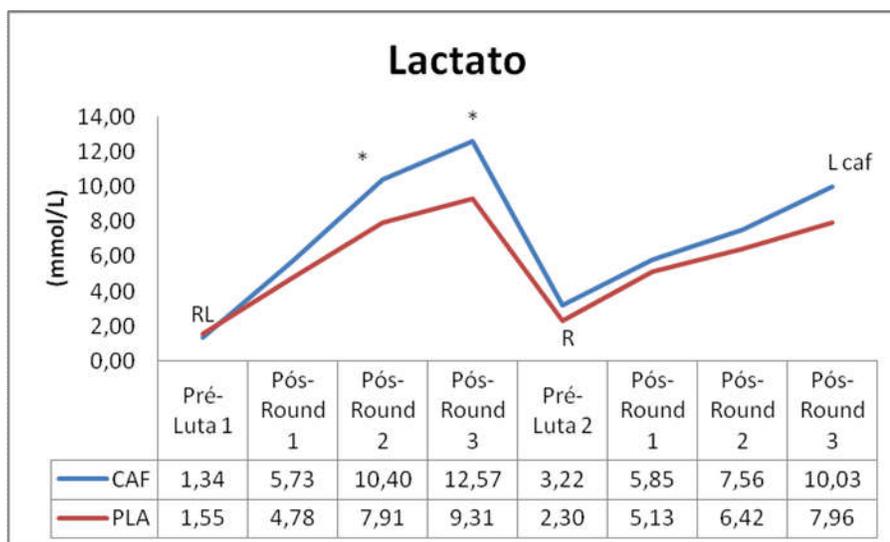
3.3 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E SUBJETIVAS.

A análise sanguínea mostrou que após os rounds 2 e 3 da luta 1, o lactato sanguíneo foi maior na condição CAF que na condição PLA (figura 3). Em ambas as condições o lactato sanguíneo de repouso (pré luta e pré luta 2) foi menor que o lactato sanguíneo após os rounds. Contudo, o lactato pré luta 1 foi menor que o lactato pré luta 2 em ambas as condições. Na condição CAF, o lactato ao fim da luta 1 foi maior que o lactato ao fim da luta 2, enquanto na condição PLA os valores após a luta 1 e 2 são semelhantes.

Os valores médios e máximos de frequência cardíaca não apresentaram diferença entre as condições, em nenhum dos momentos estudados (tabela 3). Os valores de frequência cardíaca média e máxima são semelhantes também entre as lutas nas duas condições.

Os valores de Percepção subjetiva do esforço (PSE) não diferiram entre as condições em nenhum dos momentos estudados. A PSE aumentou linearmente a cada round, sem diferenças entre as condições (tabela 4).

Figura 3- Lactato sanguíneo antes da luta 1, antes da luta 2 e após cada um dos rounds das lutas.



* diferença entre as condições

R- diferente dos rounds 1,2,3 da mesma luta nas duas condições.

L- diferente entre luta 1 e luta 2 nas duas condições.

Lcaf- diferente entre luta 1 e luta 2 na condição cafeína

Tabela 3- Valores máximos da Frequência cardíaca máxima e média dos rounds 1, 2 e 3.

| | | Cafeína (BPM) | | Placebo (BPM) | |
|--------|---------|-----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| | | Máxima | Média | Máxima | Média |
| Luta 1 | Round 1 | 205 ± 24 | 169 ± 15 | 202 ± 32 | 161 ± 21 |
| | Round 2 | 208 ± 25 | 168 ± 10 | 204 ± 35 | 147 ± 52 |
| | Round 3 | 200 ± 40 | 168 ± 20 | 192 ± 25 | 166 ± 18 |
| Luta 2 | Round 1 | 186 ± 33 ^b | 154 ± 30 | 197 ± 24 | 160 ± 18 ^c |
| | Round 2 | 201 ± 23 | 168 ± 20 | 203 ± 34 ^c | 168 ± 13 |
| | Round 3 | 208 ± 27 | 170 ± 19 | 191 ± 33 | 172 ± 24 |

^b diferente do round 2 da mesma luta e condição

^c diferente do round 3 da mesma luta e condição

Tabela 4- Média dos Valores da Percepção subjetiva do esforço (PSE) antes de cada Luta e após os rounds 1, 2 e 3.

| | Cafeína | Placebo |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | PSE | PSE |
| Pré Luta 1 | 7,30 ± 1,06 ^R | 8,40 ± 1,43 ^R |
| Round 1 | 10,90 ± 1,60 ^{b,c} | 11,10 ± 2,56 ^{b,c} |
| Round 2 | 12,60 ± 2,59 | 12,60 ± 2,76 |
| Round 3 | 13,30 ± 3,43 | 12,80 ± 3,16 |
| Pré Luta 2 | 8,00 ± 1,63 ^R | 8,88 ± 1,36 ^R |
| Round 1 | 11,10 ± 2,77 | 10,63 ± 2,07 ^{b,c} |
| Round 2 | 11,00 ± 4,42 | 11,63 ± 2,00 |
| Round 3 | 14,50 ± 3,07 ^{a,b} | 12,50 ± 3,02 |

^Rdiferente de todos os rounds da mesma luta

^a diferença entre as condições

^bdiferente do round 2 da mesma luta e condição

^c diferente do round 3 da mesma luta e condição

4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da suplementação de cafeína durante lutas simuladas de Taekwondo e comparar o tempo de reação a um estímulo visual nas situações com suplementação de cafeína e placebo. Os principais resultados desse estudo demonstram que a suplementação de cafeína: 1) diminuiu o tempo de reação antes da primeira luta; 2) reduziu o tempo do chute após a luta 2; 3) tornou mais intenso o round 1 da primeira luta por aumentar o NAT na fração 1 desse round; 4) aumentou o número de ataque na luta 2; 5) aumentou os níveis de lactato sanguíneo ao fim dos rounds 2 e 3 da luta 1.

O tempo de reação ao estímulo visual do teste pré-luta 1 foi menor com cafeína do que na condição placebo, sugerindo que os atletas reagem mais rapidamente ao estímulo visual quando estão suplementados com cafeína. O estudo de Gillingham et al.(2004) identificou algo semelhante, onde o tempo

que um atirador gasta para identificar o alvo e executar o tiro é menor na condição com cafeína do que placebo. O bloqueio do efeito da adenosina promovido pela cafeína provoca um aumento na atividade neuronal, o que poderia explicar o tempo de reação menor na condição com cafeína. Todavia o efeito não se repetiu nos demais testes, provavelmente devido ao aumento da produção de adenosina durante o exercício (Fredholm et al., 2009). Dessa forma, a adenosina passaria a competir com a cafeína para se ligar aos seus receptores, então mais adenosina estaria ligada a esses receptores, o que inibiria por competição a ação da cafeína nos receptores de adenosina, promovendo uma diminuição na atividade neural. O tempo de chute após a segunda luta foi menor com cafeína, indicando uma menor velocidade na execução do golpe, o que pode estar ligado com a maior intensidade da luta 2.

Quanto às variáveis de vídeo, o round 1 da primeira luta com suplementação de cafeína apresentou valores de NAT, tempo somado de AT, percentual de AT maiores, e o tempo somado de PA e percentual de PA menores, quando comparados aos rounds 2 e 3 da mesma luta. Na condição com placebo os rounds foram semelhantes. Isso indica que quando o atleta é suplementado com cafeína, o round 1 da primeira luta é mais intenso que os outros, mesmo tendo o tempo somado de ST e o percentual de ST maiores, o que sugere um efeito mais pronunciado da cafeína durante a luta no primeiro round.

Outro fator que indica a maior intensidade do esforço no início do exercício é a distribuição do NAT nos fracionamentos dos rounds. Enquanto na condição placebo a distribuição do NAT não assume um padrão, a condição com cafeína se mostra mais intensa no início da luta. A primeira fração do

round 1 da luta possui o maior NAT do round além de ser maior que sua homologa da condição placebo.

O fato de a maior intensidade ser encontrada na parte inicial do exercício corrobora com outros estudos que analisaram o efeito da cafeína em *sprints* repetidos. Lee et al. (2011) analisou o efeito da ingestão aguda de cafeína (6mg por kg de peso corporal) após a ingestão sistêmica de creatina durante 5 dias (0,3g de creatina por kg de peso por dia) em um protocolo constituído de 6 *sprints* de 10 segundos próximos do máximo, intercalados por 60 segundos de recuperação ativa a 50watts. O autor identificou um aumento na média da potência e na potência de pico dos dois *sprints* iniciais. Glaister et al. (2008) verificou o efeito de 5,0 mg de cafeína/kg de massa corporal em um protocolo de corrida constituído por 12 *sprints* de 30 metros, intercalados por 35 segundos de pausa. Os resultados desse estudo também mostraram uma diminuição no tempo dos três primeiros *sprints* na condição com suplementação de cafeína. Esses resultados indicam que quando suplementado com cafeína, o atleta de Taekwondo tende a intensificar o esforço nos momentos iniciais da luta.

Contudo, as diferenças proporcionadas pela ingestão de cafeína ocorreram na segunda luta. A cafeína tornou o primeiro round mais intenso que na condição placebo, diminuindo o ST, e o TST e aumentando o AT/ST e a porcentagem de tempo em AT. No segundo round, o NAT também foi aumentado, quando comparado ao respectivo placebo. Essa diferenças se refletiram na média dos três rounds da Luta 2 que, apesar de ter um PA maior na condição de cafeína, apresenta um maior NAT e maior porcentagem de

tempo em AT. Esses resultados sugerem que a Luta 2 é mais intensa com suplementação de cafeína, quando comparados com a condição placebo.

O fato das diferenças entre cafeína e placebo aparecerem apenas na segunda luta corrobora com resultados encontrados em outros estudos com exercícios intermitentes. Gant et al. (2010) identificou uma melhora significativa para condição de cafeína no tempo dos *sprints* dos blocos 4, 5 e 6 de um protocolo de 6 *sprints* de corrida. Hornery et al (2007) também identificaram que no último quarto da simulação de uma partida de tênis, a velocidade do golpe na bola é maior na situação de suplementação de cafeína, quando comparada com o placebo. Provavelmente, a instalação da fadiga seja protelada na condição com cafeína, fazendo com que parte do efeito da cafeína apareça na parte final do exercício. Provavelmente, esse fato esteja ligado a fatores múltiplos, envolvendo o efeito central e periférico da cafeína no organismo.

Quando suplementados com cafeína, os atleta atingiram um maior nível de lactato nos round 2 e 3 da luta 1, quando comparados aos mesmos rounds na condição placebo. Esses resultados sugerem uma possível maior participação do sistema glicolítico com o uso da cafeína, o que corrobora uma série de estudos descritos na literatura (Davis & Green, 2009; Nehlig & Debry, 1994; Paluska 2003). Os maiores níveis de lactato sanguíneos também podem ser reflexo da maior intensidade alcançado no round 1 na condição com cafeína. Outros estudos com exercícios intermitentes já mostraram que o lactato aumenta quando o atleta é suplemento com cafeína (Lee et al., 2011; Schneiker et al., 2006; Glaister et al., 2008).

Não houve diferença entre as condições quanto a frequência cardíaca, semelhante ao que foi encontrado no estudo Trice & Haymes (1995), que avaliou o efeito da cafeína em um protocolo constituído por três séries de 30min, alternando 1 minuto de exercício a 85-90% do VO_{2MAX} por 1 minuto de repouso (5 minutos de repouso entre as séries). O tempo até a exaustão aumentou após a suplementação de cafeína (5,0 mg de cafeína/kg de massa corporal), porém a frequência cardíaca se manteve similar nas duas condições.

A percepção de esforço não diferiu entre as condições, o que corrobora os achados de Schneiker et al. (2006), que descobriram que, apesar da melhora no desempenho, a percepção do esforço não se alterou com o uso da cafeína. Isso indica que, relativamente, os atletas perceberam um dado esforço como sendo menor.

5. CONCLUSÃO

A cafeína exerce efeito positivo sobre o desempenho de atletas de Taekwondo, durante a primeira luta os esforços se concentraram no início da luta, com a seqüência de lutas (fato recorrente em campeonatos de Taekwondo) a suplementação de cafeína se mostra eficiente. A cafeína muda a estratégia dos atletas durante a luta, que mudam a distribuição do esforço a intensificando nos momentos iniciais. A cafeína parece também diminuir o tempo que o atleta reage a um estímulo visual, porém quando em situação de fadiga, os efeitos sobre o tempo de reação desaparecem. O lactato foi maior ao fim da primeira luta, quando os atletas foram suplementados com cafeína, o que se deve provavelmente ao efeito da cafeína no fluxo glicolítico ou em decorrência de um maior esforço.

6. REFERÊNCIA

1. Brice C, Smith A (2001) The effect of caffeine on simulated driving, subjective alertness and sustained attention. *Human psychopharmacology: Clinical and experimental* 16:523-531.
2. Campos FA, Bertuzzi R, Dourado AC, Santos VG, Franchini E (2011) Energy demands in Taekwondo athletes during combat simulation. *European Journal of Applied physiology* [Epub ahead of print].
3. Davis JK, Green JM (2009) Caffeine and anaerobic performance. *Sport Medicine* 39(10): 813-832
4. Foskett A, Ali A, Gant N (2009) Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 19:410-423
5. Fredholm BB, Battig K, Holmen J, Nehlig A, Zvartau EE (1999) Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacological Reviews* 51: 83-133.
6. Gant N, Ali A, Foskett A (2010) The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 20:191-197.
7. Gillingham RL, Keefe AA, Tikuisis P (2004) Acute caffeine intake before and after fatiguing exercise improves target shooting

- engagement time. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 75:865–71.
8. Glaister M, Howatson G, Abraham CS, Lockey RA, Goodwin JE, Foley P, McInnes G (2008) Caffeine Supplementation and Multiple Sprint Running Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40(10):1835-1840.
 9. Goldstein ER et. al. (2010) International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 7 (1):1-5
 10. Haskell CF, Kennedy DO, Wesnes KA, Scholey AB (2005) Cognitive and mood improvements of caffeine in habitual consumers and habitual non-consumers of caffeine. *Psychopharmacology* 179: 813–825
 11. Heller J, Peric T, Dlouha R, Kohlikova E, Melichna J, Novakova H (1998) Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of Sports Science* 16:243-249.
 12. HORNER DJ, FARROW D, MUJIKA I, YOUNG WB (2007) Caffeine, carbohydrate, and cooling use during prolonged simulated tennis. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2: 423–438
 13. Kreider RB et. al. (2010) ISSN exercise & sports nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 7:1-7.
 14. Lee CL, Lin JC, Cheng CF (2011) Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity sprint

performance. *European Journal of Applied physiology* [Epub ahead of print].

15. Matsushigue KA, Hartmann K, Franchini E (2009) Taekwondo: Physiological responses and match analysis. *J Strength Cond Res* 23(4):1112-1117.
16. Mclellan TM, Kaminori GH, Bell DG, Smith IF, Johnson D, Belenky G (2005) Caffeine maintains vigilance and marksmanship in simulated urban operations with sleep deprivation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 76:39–45.
17. Nehlig A, Debry G (1994) Caffeine and Sports Activity: A Review. *International journal of sports medicine* 15(5): 215-223.
18. Paluka SA, (2003) Caffeine and Exercise. *Current Sport Medicine Reports* 2: 213-219
19. Roberts SO, Stokes KA, Trewartha G, Doyle J, Hogben P, Thompson D (2010) Effects of carbohydrate and caffeine ingestion on performance during a rugby union simulation protocol. *Journal of Sports Sciences*. 28(8):833–842.
20. Robertson D, Frolich JC, Carr RK, Watson HT, Hollifield JW, Shand D, Oates HA (1978) Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *New England Journal of Medicine*. 298 (4):181-6.
21. Santos VG, Franchini E, Lima-Silva AE (2011) Relationship between attack and skipping in Tae Kwon Do contests. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(6):1743-51.

22. Schneiker KT, Bishop D, Dawson B, Hackett LP (2006) Effects of Caffeine on Prolonged Intermittent-Sprint Ability in Team-Sport Athletes. *Medicine and science in sports and exercise* 38(3): 578-585
23. Stuart GR, Hopkins WG, Cook C, Cairns SP (2005) Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37(11):1998-2005.
24. Tikuisis P, Keefe AA, McLellan TM, Kamimori G (2004) Caffeine restores engagement speed but not shooting precision following 22 h of active wakefulness. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 75(9):771-776
25. Trice I, Haymes EM (1995) Effects of caffeine ingestion on exercise-induced changes during high-intensity, intermittent exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 5: 37-44
26. van Duinen H, Lorist MM, Zijdewind I (2005) The effect of caffeine on cognitive task performance and motor fatigue. *Psychopharmacology* 180:539–547.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do artigo de revisão foi possível observar que a suplementação de cafeína parece promover melhora nas tarefas motoras e no desempenho atlético. Alguns estudos demonstraram que a cafeína melhora a precisão e o tempo de execução de tarefas motoras, diminui os efeitos da fadiga em protocolos de esportes específicos e de múltiplos *sprints*, além de melhorar também o tempo dos primeiros *sprints*, bem como, a potência e velocidade média. Através dos resultados encontrados no artigo de resultados pode-se assumir que a cafeína exerce efeito positivo sobre o desempenho de atletas de Taekwondo, durante a primeira luta os esforços se concentraram no início da luta e com a seqüência de lutas (fato recorrente em campeonatos de Taekwondo) a suplementação de cafeína se mostra eficiente. A cafeína muda a estratégia dos atletas durante a luta, que mudam a distribuição do esforço a intensificando nos momentos iniciais. A cafeína parece também diminuir o tempo que o atleta reage a um estímulo visual, porém quando em situação de fadiga, os efeitos sobre o tempo de reação desaparecem. O lactato foi maior ao fim da primeira luta, quando os atletas foram suplementados com cafeína, o que se deve provavelmente ao efeito da cafeína no fluxo glicolítico ou em decorrência de um maior esforço.

1. Brice C, Smith A (2001) The effect of caffeine on simulated driving, subjective alertness and sustained attention. *Human psychopharmacology: Clinical and experimental* 16:523-531.
2. Burke LM (2008) Caffeine and sport performance. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 33: 1319-1334
3. Campos FA, Bertuzzi R, Dourado AC, Santos VG, Franchini E (2011) Energy demands in Taekwondo athletes during combat simulation. *European Journal of Applied physiology* [Epub ahead of print].
4. Davis JK, Green JM (2009) Caffeine and anaerobic performance. *Sport Medicine* 39(10): 813-832
5. Doherty M, Smith PM (2004) Effects of caffeine ingestion on exercise testing: A meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 14(6): 626–646
6. Foskett A, Ali A, Gant N (2009) Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 19:410-423
7. Fredholm BB, Battig K, Holmen J, Nehlig A, Zvartau EE (1999) Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacological Reviews* 51: 83-133.
8. Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH, Brooks S (1993) Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of applied physiology* 75:712–719
9. Gant N, Ali A, Foskett A (2010) The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20: 191-197

10. Gillingham RL, Keefe AA, Tikuisis P (2004) Acute caffeine intake before and after fatiguing exercise improves target shooting engagement time. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 75:865–71.
11. Glaister M (2005) Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med* 35:757–777
12. Glaister M, Howatson G, Abraham CS, Lockey RA, Goodwin JE, Foley P, McInnes G (2008) Caffeine Supplementation and Multiple Sprint Running Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40(10):1835-1840.
13. Goldstein ER et. al. (2010) International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 7 (1):1-5
14. Harland BF (2000) Caffeine and Nutrition. *Nutrition* 16(7/8): 522-526.
15. Haskell CF, Kennedy DO, Wesnes KA, Scholey AB (2005) Cognitive and mood improvements of caffeine in habitual consumers and habitual non-consumers of caffeine. *Psychopharmacology* 179: 813–825
16. Heller J, Peric T, Dlouha R, Kohlikova E, Melichna J, Novakova H (1998) Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of Sports Science* 16:243-249.
17. HORNER DJ, FARROW D, MUJIKI I, YOUNG WB (2007) Caffeine, carbohydrate, and cooling use during prolonged simulated tennis. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2: 423–438

18. Kreider RB et. al. (2010) ISSN exercise & sports nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 7:1-7.
19. Lee CL, Lin JC, Cheng CF (2011) Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity sprint performance. *European Journal of Applied physiology* [Epub ahead of print].
20. Matsushigue KA, Hartmann K, Franchini E (2009) Taekwondo: Physiological responses and match analysis. *J Strength Cond Res* 23(4):1112-1117.
21. Mclellan TM, Kaminori GH, Bell DG, Smith IF, Johnson D, Belenky G (2005) Caffeine maintains vigilance and marksmanship in simulated urban operations with sleep deprivation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 76:39–45.
22. Mohr M, Nielsen JJ, Bangsbo J (2011) Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of applied physiology* 111: 1372–1379.
23. Nehlig A, Debry G (1994) Caffeine and Sports Activity: A Review. *International journal of sports medicine* 15(5): 215-223.
24. Paluka SA, (2003) Caffeine and Exercise. *Current Sport Medicine Reports* 2: 213-219
25. Roberts SO, Stokes KA, Trewartha G, Doyle J, Hogben P, Thompson D (2010) Effects of carbohydrate and caffeine ingestion on performance during a rugby union simulation protocol. *Journal of Sports Sciences*. 28(8):833–842.

26. Robertson D, Frolich JC, Carr RK, Watson HT, Hollifield JW, Shand D, Oates HA (1978) Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *New England Journal of Medicine*. 298 (4):181-6
27. Santos VG, Franchini E, Lima-Silva AE (2011) Relationship between attack and skipping in Tae Kwon Do contests. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(6):1743-51.
28. Sawynok J (2011) Caffeine and Pain. *Pain* 152: 726-729.
29. Schneiker KT, Bishop D, Dawson B, Hackett LP (2006) Effects of Caffeine on Prolonged Intermittent-Sprint Ability in Team-Sport Athletes. *Medicine and science in sports and exercise* 38(3): 578-585
30. Schneiker KT, Bishop D, Dawson B, Hackett LP (2006) Effects of Caffeine on Prolonged Intermittent-Sprint Ability in Team-Sport Athletes. *Medicine & Science in Sports Exercise* 38(3):578-585.
31. Stuart GR, Hopkins WG, Cook C, Cairns SP (2005) Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37(11):1998-2005.
32. Tarnopolsky MA (2008) Effect of caffeine on the neuromuscular system-potential as an ergogenic aid. *Applied physiology, nutrition, and metabolism* 33: 1284-1289
33. Tikuisis P, Keefe AA, McLellan TM, Kamimori G (2004) Caffeine restores engagement speed but not shooting precision following 22 h of active wakefulness. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 75(9):771-776

34. Trice I, Haymes EM (1995) Effects of caffeine ingestion on exercise-induced changes during high-intensity, intermittent exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 5: 37-44
35. van Duinen H, Lorist MM, Zijdewind I (2005) The effect of caffeine on cognitive task performance and motor fatigue. *Psychopharmacology* 180:539–547.
36. Vergauwen L, Brouns F, Hespel P (1998) Carbohydrate supplementation improves stroke performance in tennis. *Medicine and science in sports and exercise* 30(8): 1289-1295