

**EFEITOS ERGOGÊNICOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA
EM RELAÇÃO AO AUMENTO DA FORÇA MUSCULAR: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Églin Caroline Schroeder Lozeski¹, André Smolarek²
Luiz Augusto Silva¹, Flavia Angela Servat Martins¹
Carlos Ricardo Maneck Malfatti², Júlio César Lacerda Martins¹

RESUMO

O presente estudo tem como finalidade verificar o possível efeito ergogênico da suplementação de cafeína em relação ao aumento da força muscular e potencializando a performance. A metodologia empregada foi a revisão integrativa explicativa, que proporciona uma síntese de ideias e conhecimentos de cada autor por meio de uma revisão bibliográfica. Os instrumentos empregados foram a compilação de 17 artigos, que atendiam os critérios da pesquisa, entre 2006 e 2015. Os termos usados para a busca foram os seguintes: cafeína, força, efeito ergogênico, nas bases de dados dos indexadores: Scielo, Bireme e Google acadêmico. A abordagem do estudo se deu por meio da coleta de informações fundamentada a partir de fontes secundárias, relacionadas ao conhecimento dos autores sobre o assunto e suas argumentações. Os critérios de inclusão dos artigos foram: ano, coerência com o assunto da pesquisa, uso da cafeína em testes de força ou fadiga muscular. Pode-se afirmar que a cafeína possui ações centrais e periféricas no corpo, que podem interferir na performance por meio da diminuição da fadiga, otimização da contração muscular, menor percepção subjetiva de esforço e aumento da lipólise.

Palavras-chave: Cafeína. Força. Efeito ergogênico.

1-Colegiado de Educação Física, Faculdade Guairacá, Guarapuava-PR, Brasil.

2-Departamento de Educação Física, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati-PR, Brasil.

ABSTRACT

Ergogenic effects of caffeine supplementation in relation to muscle force increase: an integrating review

The present research has as objective to verify the possible ergogenic effect from caffeine supplementation in relation to the muscle strength increase and boosting the performance. The methodology used was the explained integrative review, which allows the idea synthesis and knowledge from each author by a bibliographic review. The instruments used were a compilation of 17 articles, that attended the research criteria, between 2006 and 2015. The terms used for the search were the following: caffeine, strength, ergogenic effect, in the indexers data base: Scielo, Bireme e academic Google. The study process was done by the collect of information based from secondary sources, related to the knowledge of the authors about the subject e its arguments. The inclusion criteria for the articles were: year, coherence with the research subject, caffeine use in tests of muscle strength and fatigue. It can be affirmed that the caffeine has central actions and peripheral in the body, which can interfere on the performance by the decrease of the fatigue, optimization of the muscle contraction, lesser perception of the effort, and, increase of the lipolysis.

Key words: Caffeine, strength, ergogenic effect.

E-mails dos autores:

eglin@gmail.com

andreck@gmail.com

lasilva7@hotmail.com

flavia_servat@outlook.com

crmalfatti@gmail.com

profcapjuicesar@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Pode-se afirmar que, devido a estética corporal, saúde ou performance, a musculação começou a popularizar-se, tornando-se hoje uma das modalidades mais praticadas mundialmente.

Paralelo a este fato ocorre aumento exacerbado do uso de suplementos nutricionais, principalmente das substâncias ergogênicas, que podem atuar em um aumento da síntese proteica, alterar a percepção de esforço, atenuar a fadiga, agir sobre o coração ou/e sistema circulatório, melhorar a contração e metabolizar substratos durante o exercício físico.

A cafeína, substância ergogênica, tem ganhado espaço e repercussão dos seus efeitos no âmbito esportivo. Por meio de um grande número de pesquisas sobre esta substância, percebemos a sua influência principalmente em atividades aeróbicas, conforme o estudo de Graham e Spriet (1991), ocorre um aumento de até 51% no tempo de exaustão dos indivíduos que fizeram uso da cafeína em relação ao placebo no teste de 80% do VO₂ máximo.

Vários estudos apresentam a cafeína como eficaz em atividades aeróbicas, porém existem muitas contradições a respeito ou em relação a exercícios de alta intensidade e exercícios de força.

Mediante aos efeitos contraditórios da cafeína nos diferentes protocolos e nas dosagens utilizadas no treinamento de força, esta pesquisa tem como objetivo reunir estudos de caso, analisar, comparar e interpretar os seus dados, estimulando uma maior compreensão das metodologias utilizadas e dos resultados obtidos.

Assim o estudo visa por meio de uma revisão integrativa explicativa averiguar sobre a ingestão da cafeína, e os efeitos diante dos protocolos de treinamento de força, discutindo a sua ação para potencialização na produção de força e possíveis justificativas para o mesmo.

O treinamento de força começou a popularizar-se devido aos resultados obtidos na saúde, ocasionando assim o aumento de pesquisas na área (Balsamo e colaboradores, 2005).

Podemos observar como efeitos desse treinamento o aumento da massa magra, potência e força, assim para um melhor

desempenho homens e mulheres acabam utilizando agentes farmacológicos com alguma substância específica (Mcardle e colaboradores, 1999).

Uma dessas substâncias é a cafeína a qual diz melhorar o desempenho físico durante o exercício (Graham e Spriet, 1991; Souza-Junior e colaboradores, 2012) devido a sua repercussão no sistema nervoso central (SNS), músculo esquelético, imobilização do cálcio intracelular e oxidação de ácidos graxos (Mcardle e colaboradores, 1999; Powers e Howley, 1990; Souza-Junior e colaboradores, 2012).

Está substância pertence aos compostos lipossolúveis e é classificada como um alcaloide referente a família da metil xantinas, estando presente naturalmente em folhas de chá, nozes de cola, grãos de café, cacau como também adicionada a bebidas gaseificadas (Altimar e colaboradores, 2000; Mcardle e colaboradores, 1999).

Porém na suplementação tem seu maior uso na forma anidra, a qual possui maior facilidade de no consumo da quantidade recomendada, a qual varia entre 3mg a 6mg por quilo de peso corporal (Souza-Junior e colaboradores, 2012).

Devido a essas informações pesquisas frequentemente estão sendo desenvolvidas nas mais diferentes modalidades e metodologias de treinamentos para analisar a relevância dessa substância no organismo de cada indivíduo durante o exercício físico planejado, assim relatam Astorino, Rhomann e Firth (2008) sobre os efeitos da cafeína durante uma repetição máxima; Jacobs e colaboradores (2003), Caputo (2012) e Altimari e colaboradores (2006) descrevem a cafeína em exercícios anaeróbicos; Diaz-Lara e colaboradores (2016) sobre a melhora da performance da Elite Brasileira de Jiu-Jitsu; e Souza-Junior e colaboradores (2012) a ação da cafeína no *endurance*.

Nas pesquisas onde a cafeína foi empregada em exercícios de caráter aeróbico, observou-se que um como recurso ergogênico resultou na melhora tanto do tempo de desempenho de triatletas na corrida de 5000 metros, como no rendimento de corredores de 800 metros (Mendes, 2013).

Porém em pesquisas sobre a influência da cafeína em exercícios de alta intensidade e curta duração, como o treinamento de força, ainda são poucos e

contraditórios (Da Silva e colaboradores, 2014).

Como nessas duas pesquisas, Duncan e colaboradores (2011) e Astorino e colaboradores (2011), onde o a primeira apresenta uma melhora com o uso da cafeína em realizar as repetições no supino até a falha, do que o grupo controle, e a segunda não apresenta resultados significativos com o uso da cafeína em repetições até a fadiga no supino, resultando em estudos conflitantes.

A cerca disso observamos maior necessidade de pesquisas e estudos que relatem a relevância da cafeína no treinamento de força, para assim definirmos a sua ação sobre o organismo conforme as diferentes dosagens e protocolos utilizados.

Assim, o objetivo desse estudo foi descrever os efeitos da cafeína no treinamento de força.

MATERIAIS E MÉTODOS

Instrumentos

Foi realizada uma revisão de artigos nacionais e internacionais, 03 e 14 respectivamente, totalizando 17 artigos, entre os anos de 2006 e 2015, os termos usados para a busca de artigos foi: cafeína (cafeinne), força (strength), efeito ergogênico (ergogenics effect), nas bases de dados: Scielo (www.scielo.gov), google acadêmico (scholar.google.com.br), Bireme (www.bireme.com).

Procedimentos

A abordagem do estudo se fez a partir da coleta de informações concretizadas por meio de fontes secundárias, por uma classificação bibliográfica, fundamentada em artigos de revisão integrativa conforme o conhecimento e argumentação dos autores.

Os critérios de inclusão dos artigos foram: ano, coerência com o assunto da pesquisa, uso da cafeína em testes de força ou fadiga muscular.

Dessa forma a pesquisa bibliográfica demonstra ser uma das melhores abordagens e formas de iniciar um estudo, procurando as semelhanças e diferenças entre os artigos utilizados como documentos de referencial (Souza, Silva e Carvalho, 2010).

Análise de dados

Por meio da técnica de categorização, a qual segue o princípio de divisão dos temas utilizados por meio de dados quantitativos, determinando entre as mesmas as suas relações, trazendo um entendimento amplo de todo o conteúdo (Lakatos e Marconi, 2010).

Verificando e comparando os efeitos da cafeína no treinamento de força por meio de uma revisão bibliográfica integrativa explicativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou diversas pesquisas de âmbito nacional e internacional que utilizaram distintas dosagens de cafeína em diferentes protocolos de treinamento de força.

Ao observamos os resultados descritos no Quadro 1 concluímos que os mesmos são ambíguos, assim como evidenciados pelos estudos de Astorino, Rhomann e Firth (2008) e Goldstein e colaboradores (2010), onde em ambas as pesquisas foi utilizada a dosagem de cafeína igual a 6 mg/kg de peso corporal e os voluntários foram avaliados no teste de força máxima de 1RM no exercício de supino reto, porém, respectivamente, uma delas não obteve-se efeito ergogênico positivo da cafeína e a outra demonstrou que houve alteração significativa da força com o uso da substância.

De forma similar podemos identificar conclusões ambíguas também nos estudos em que utilizam protocolos com cargas menores e repetições até a fadiga, Annunziato e colaboradores (2012), avalia o uso de 6 mg/kg de peso corporal em 12 indivíduos de ambos os gêneros, realizando o teste de múltiplas repetições até a falha concêntrica, com 65% de 1RM nos exercícios de supino e leg press, encontrando efeito positivo apenas nos membros inferiores, sem mudanças significativas no supino reto.

Porém, no mesmo ano, Duncan e Oxford (2012) utilizaram protocolo semelhante, por meio de utilização de 5 mg/kg e 60% do valor do teste de força máxima para realização de múltiplas repetições até a falha no exercício de supino reto, constatando que a cafeína age de forma positiva melhorando a força muscular

dos membros superiores e diminuindo a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE).

As divergências encontradas nas pesquisas, a seguir, podem ser explicadas por meio da metodologia escolhida por cada autor,

bem como pela seleção da sua amostra onde há disparidade no gênero e no tempo de treinamento, ocorrendo discrepâncias também na dosagem de cafeína, na intensidade e tipo de exercício utilizado.

Quadro 1 - Apresentação sumária das pesquisas que utilizaram cafeína e treinamento de força.

Autor	Amostra	Dosagem	Teste	Resultados	
				Significativos	Não significativos
Beck e colaboradores (2006)	37 indivíduos de gênero masculino	201 mg	Teste de 1RM, e teste de resistência com 80% de 1RM no supino e leg press	Efeito significativo no teste de 1RM no supino	Não obteve efeito ergogênico no teste de resistência com 80% em ambos os exercícios, e 1RM no leg press.
Green e colaboradores (2007)	17 indivíduos ambos os gêneros	6 mg/kg	3 sets com repetições até a falha no supino e leg press	Aumento no número de repetições no leg press	Não houve melhora significativa no exercício de supino
Astorino, Rohmann e Firth (2008)	22 indivíduos de gênero masculino	6 mg/kg	1 RM e repetições até a falha com 60% de 1RM no supino e leg press	***	A ingestão de cafeína aguda não altera significativamente a força ou resistência muscular
Williams e colaboradores (2008)	9 indivíduos do gênero masculino	300 mg	1 RM e múltiplas repetições até a exaustão com 80% da carga máxima no supino reto e puxada na frente polia alta	***	Não houve resultados significativos na força ou na resistência muscular
Hudson e colaboradores (2008)	15 indivíduos de gênero masculino	6 mg/kg	Repetições até a fadiga na extensão de joelhos e flexão de cotovelos	Resultado em um maior número de repetições, aumentando o desempenho	***
Woolf, Bidwell e Carlson (2008)	18 indivíduos do gênero masculino	5 mg/kg	Teste de força de resistência Leg press e supino reto	Aumento do peso total levantado no supino reto	Não houve resultados significativos para o teste no leg press
Goldstein e colaboradores (2010)	15 indivíduos do gênero feminino	6 mg/kg	1 RM e repetições até a fadiga com 60% da carga máxima no supino reto	Melhora no teste de 1RM	Não houve resultados significativos em 60% da carga até a fadiga
Ayres e Arruda (2010)	14 indivíduos de gênero masculino	225 mg	10RM supino reto	***	Aumento na força muscular com o uso de cafeína, porém sem significância
Marteko e Santos (2011)	13 indivíduos de gênero masculino	250 mg	3 sets de 10RM no supino reto, puxada pela frente no pulley, cadeira extensora e mesa flexora	Maior carga nos exercícios de supino reto e cadeira extensora	Sem alterações na puxada pela frente no pulley e na mesa flexora
Duncan e Oxford (2011)	13 indivíduos de gênero masculino	5 mg/kg	Repetições até a falha com 60% de 1RM no supino	Os participantes completaram mais repetições significativamente até a falha	Mesma PSE
Astorino e colaboradores (2011)	14 indivíduos de gênero masculino	6 mg/kg	Repetições até a falha com 70-80% de 1RM no leg press, supino, desenvolvimento e remada bilateral	Aumento no número de repetições no leg press	Não houve resultado significativo nos exercícios para a parte superior do corpo
Duncan e Oxford (2012)	18 indivíduos do gênero masculino	5 mg/kg	60% de 1RM até a falha no supino	Melhora na força muscular e menos PSE	***
Annunziato e colaboradores (2012)	12 indivíduos de ambos os gêneros	6 mg/kg	65% - 1RM em repetições até a falha concêntrica no supino reto e leg press	Aumento no número de repetições no leg press	Sem melhores significativas no supino reto
Duncan (2013)	11 indivíduos ambos os gêneros	5 mg/kg	Repetições até a falha a 60% de 1RM nos exercícios de supino, levantamento terra, remada de braços, agachamento	Aumento no número de repetições em todos os exercícios	***
Tallis e colaboradores (2013)	12 indivíduos de ambos os gêneros	3 mg/kg	10RM no exercício de extensão de joelhos	***	O estudo não apresentou melhoras significativas
Duncan, Thake e Downs (2014)	10 indivíduos de gênero masculino	6 mg/kg	5 repetições de joelho em 3 velocidades angulares (30°, 150° e 300°)	Melhora o desempenho muscular e aumenta a atividade muscular em contrações dinâmicas máximas	***
Wu (2015)	12 indivíduos de gênero masculino	6 mg/kg 4 mg/kg 2 mg/kg	2 exercícios com 3 séries de 10 repetições a 75% de 1RM	Com 6 mg/kg aumenta a resposta a testosterona e cortisol e atenua a resposta a insulina. E 4mg/kg somente atenua a resposta à insulina	Com 2mg/kg não foram observados resultados significativos

Uma das explicações para os desacordos entre os estudos está relacionada com os sujeitos utilizados como amostra nos testes de força dinâmica e a sua adaptação ao treinamento de força, os autores Woolf, Birwell

e Carlson (2008) utilizaram 18 sujeitos treinados como amostra na sua pesquisa, avaliando-os em força de resistência com o máximo de repetições com uma determinada

carga, obtendo resultado positivo da cafeína no exercício de supino reto.

Como também Ayres (2010), que compõe sua pesquisa com uma amostra de 14 homens com no mínimo 1 ano de experiência no treinamento de força e o teste de 10 RM no supino reto, concluindo que por mais que o grupo que fez uso da cafeína conseguiu levantar mais carga o resultado não se mostrou expressivo.

Entre todos os estudos apenas um destaca-se por utilizar 31 homens sedentários como amostra para o teste de 1RM no supino reto, que é descrito por Beck e colaboradores (2008) afirmando que não apresentou resultados na força com esse tipo de amostra.

Porém, mesmo utilizando somente indivíduos treinados alterações podem advir de acordo com o tempo de treinamento de cada um, ao verificarmos mais detalhadamente os participantes incluídos na pesquisa de Astorino, Rhomann e Firth (2008) percebemos que o tempo de treinamento da amostra varia de um ano e meio a até doze anos, o que nos leva a pensar que esta poderia ser uma das explicações para a pesquisa não apresentar resultados significativos.

Cabe salientar que se a cafeína realmente apresentar algum potencial ergogênico que influencie positivamente nos resultados, quando utilizados voluntários com diferenciados graus de treinamento a análise estatística tornasse menos eficiente (Mattos e colaboradores, 2014).

Dessa forma a escolha da amostra pode influenciar largamente na pesquisa, sendo que o mais indicado é a coleta feita em

atletas de elites, pois os mesmos já estão acostumados com o treinamento e possuem menor grau de variação, fazendo com que pequenas alterações na performance possam ser levadas com significância (Caputo, 2012). Outro ponto importante em relação à cafeína em cada estudo é a dosagem utilizada em cada por cada pesquisador.

No estudo apresentado por Duncan, Thanks e Downs (2014) a dosagem escolhida foi de 6 mg/kg (sendo essa a mais comum, como observado na tabela acima), o estudo avaliou 6 repetições de extensão de joelho, descrevendo uma melhora no desempenho muscular e aumento das contrações dinâmicas máximas.

Também utilizando 6 mg de cafeína por kg de peso corporal, Astorino e colaboradores (2011) analisa 14 homens por meio de repetições até a fadiga com carga entre 70 e 80% de 1 RM nos exercícios de leg press, supino, desenvolvimento e remada unilateral, relatando aumento do número de repetições apenas no leg press, não observando resultados significativos nos membros superiores.

A figura 1 apresenta as dosagens mais utilizadas nesses últimos anos.

Figura 2 apresenta a quantidade de efeitos positivos e negativos apresentados por cada dosagem.

Estudo como o de Tallis e colaboradores (2013) observou as mudanças propostas pela cafeína em pequenas dosagens, de 3 mg/kg de peso corporal e por meio do teste de 10 repetições máximas no exercício de extensão de joelhos e não constatou mudanças significativas.

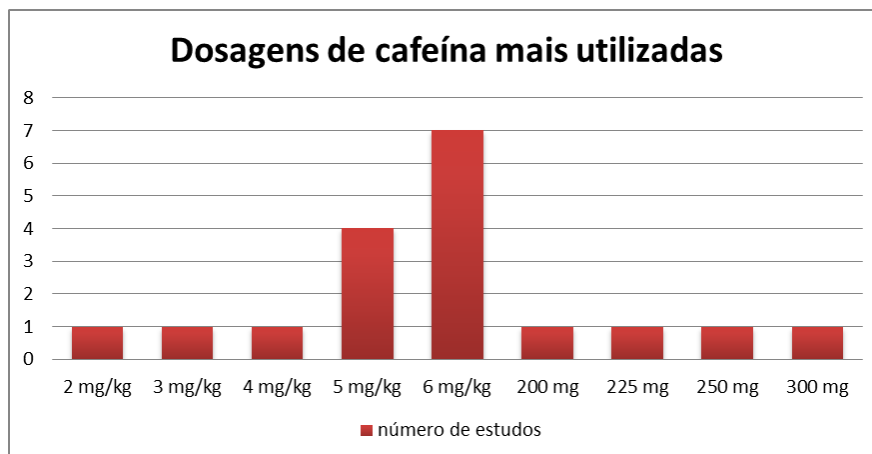


Figura 1 - Dosagens mais utilizadas nos últimos anos.

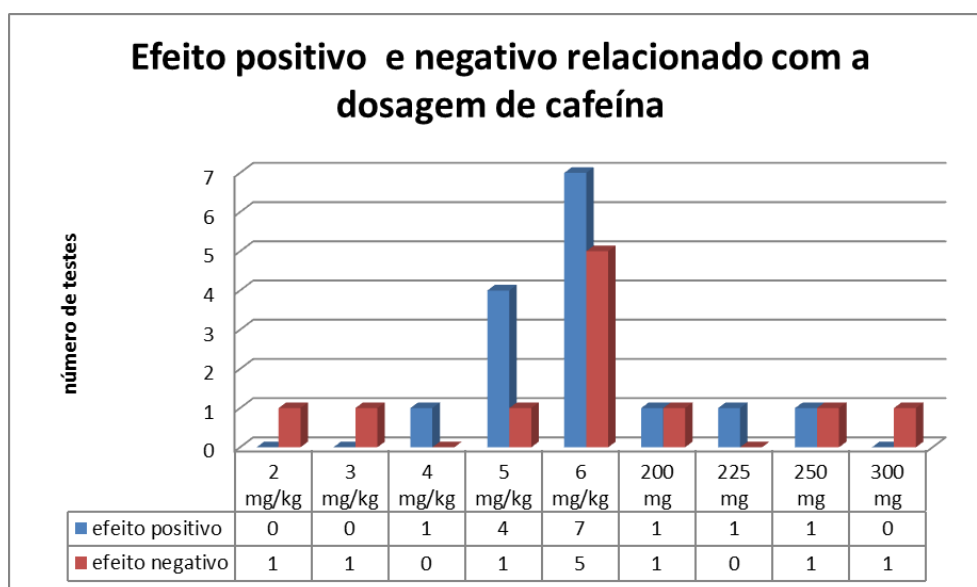


Figura 2 - Quantidade de efeitos positivos e negativos apresentados por cada dosagem.

Entretanto dosagens baixas, como 2mg/kg sugerem efeitos de aumento do estado de alerta, da respiração, da frequência cardíaca, da diurese, do metabolismo e na liberação de catecolaminas bem como uma menor sonolência e fadiga (Altermann e colaboradores, 2008).

Em outra pesquisa, compararam 3 dosagens de cafeína (2, 4 e 6 mg/kg) em 2 exercícios de musculação compostos de 3 séries de 10 repetições com 75% da carga de 1 RM, e concluíram que a dosagem de 2 mg/kg não obteve respostas significativas, no entanto quando a dosagem foi maior de 4 mg/kg e 6 mg/kg atenuou-se a resposta a insulina, porém a maior dosagem utilizada nos testes, de 6 mg/kg, também promoveu um aumento na resposta a testosterona e cortisol.

Entretanto altas dosagens não são recomendadas, quando utilizadas entre 10 e 15 mg/kg de peso corporal resultam em efeitos colaterais como trepidez e tremor nos membros, resultado de uma tensão muscular crônica, acarretada pelas altas concentrações plasmáticas de cafeína que alcançam valores considerados tóxicos de até 200mM (Altimari e colaboradores, 2001).

Assim o consumo de uma única dose elevada de cafeína pode trazer insônia, confusão mental, inquietação, cefaleia, vertigem, palpitação, ansiedade e transtornos mentais e visuais (Guerra, Bernardo e Gutiérrez, 2000).

Da mesma maneira as dosagens mais utilizadas, efetivas e seguras são entre 3 e 6 mg/kg de massa corporal, altas doses ≥ 9 mg/kg não apresentam nenhum resultado adicionais a performance (Caputo, 2012).

Lembrando dessa forma, que a dosagem entre 3 e 6 mg/kg ainda é relativa quanto a sua eficiência, pois o ponto forte para a substância apresentar resultados expressivos é a frequência do consumo da cafeína pelos indivíduos da amostra (Marteko e Santos, 2011).

Dentre os mecanismos de ação propostos pelo uso da cafeína, estudos relacionam a sua ação em nível periférico, ou seja, que está poderia atuar diretamente sobre a musculatura esquelética (Da Silva e colaboradores, 2014).

Testes foram propostos com o intuito de verificar a ação potencializadora da cafeína e a sua relação com o cálcio, dessa forma Rousseau, Ladine e Liu (1988) por meio de avaliações *in vitro* demonstraram que a ocorreu um aumento na liberação de cálcio pelo reticulo sarcoplasmático.

Desta mesma maneira Tarnopolsky e Cupido (2000), utilizaram um protocolo de eletroestimulação de 20 e 40 Hz até a fadiga, com a ingestão de 6 mg/kg de cafeína, analisaram a contração voluntária máxima e o torque tetânico, a escolha da utilização de 20 Hz foi estrategicamente proposta, pois baixas frequências induzem a fadiga pela diminuição

de liberação de cálcio pelo receptor rianodina no retículo sarcoplasmático.

Como resultado desse estudo observou-se uma melhora no torque tetânico somente na frequência de 20 Hz, sugerindo uma maior disponibilização de cálcio no retículo sarcoplasmático, o qual seguiria até o filamento de actina e se acoplaria ao complexo troponina-tropomiosina, possibilitando a actina se ligar a miosina com mais eficácia, promovendo uma contração muscular otimizada e conseqüentemente aumentaria a força muscular.

Assim a liberação de cálcio seria de extrema importância para as repetidas contrações musculares, porém o efeito *in vitro* pode ser questionado, pois as concentrações sanguíneas empregadas são tidas como tóxicas e supra fisiológicas ao organismo (Braga e Alves, 2000; Da Silva e colaboradores, 2014).

Entretanto alguns autores indicam que os efeitos podem ocorrer em doses menores e não tóxicas (Block, Barry e Faulkner, 1992).

A ampliação da disponibilidade de cálcio influenciaria o aumento no desempenho das bombas de sódio (Na^+) e potássio (K^+) gerando uma melhor contração da musculatura (Altermann, 2008).

Os pesquisadores Mohr, Nielsen e Bangsbo (2011), utilizaram a suplementação de cafeína no exercício de extensão de joelhos em duas intensidades (baixa e alta), constatando que a suplementação de cafeína resultou em uma menor concentração de K^+ no interior da célula muscular nas duas intensidades e promoveria a contínua propagação do potencial elétrico na célula muscular.

Quando foram utilizados protocolos de eletroestimulação com alta frequência o que ocasionaria a fadiga na musculatura seria o acúmulo de K^+ nos Túbulos T, diminuindo a amplitude da zona M, interferindo na passagem da corrente elétrica ao longo da musculatura (Mattos e colaboradores, 2014).

Dessa forma, a cafeína agiria interferindo nas concentrações de K^+ no meio celular, deixando altas as concentrações no meio intracelular, e baixa as concentrações no meio extracelular o que ajudaria a conservar a excitabilidade das membranas celulares na musculatura contrátil (Annunziato e colaboradores, 2009; Braga e Alves, 2000).

Estudos também relacionam o provável efeito da cafeína no sistema nervoso central (SNC), Doherty e Smith (2005) relatam por meio de uma revisão sistemática que a utilização de cafeína em exercícios com intensidade constante pode diminuir em aproximadamente 6% da percepção de esforço.

A cafeína age como antagonista nos receptores de adenosina, substância presente em todas as células corporais, impedindo que a enzima fosfodiesterase degrade a adenosinamofosfato (AMPc), aumentando os seus níveis, o que resulta na liberação de catecolaminas como adrenalina e noradrenalina, que tem função ergogênica de aumentar o estado de vigília e alerta como também diminuir a PSE (Braga e Alves, 2000; Silva, 2014).

O aumento das concentrações de AMPc e da liberação de adrenalina acarreta a liberação de ácidos graxo no plasma da corrente sanguínea, promovendo a lipólise poupando o glicogênio muscular (Annunziato, 2009).

Outro estudo que nos mostra mais uma explicação para a possível função ergogênica proposta pela cafeína é de Walton, Kalmar e Cafarelli (2002), que investigaram através da eletromiografia a ativação das unidades motoras nos músculos tibiais anteriores, relatando um aumento na quantidade de disparos.

Em contrapartida, Meyers e Cafarelli (2005), afirmam que a ingestão de cafeína não aumenta a quantidade de disparos das unidades motoras, relatam que o aumento acontece no número de unidades motoras recrutadas para durante a contração muscular.

CONCLUSÃO

Após a revisão realizada neste trabalho, pode se observar que os resultados encontrados ainda não são claros em relação ao verdadeiro efeito ergogênico da cafeína no treinamento de força.

As doses mais utilizadas nos estudos apresentados foi entre 5 e 6 mg/kg de peso corporal, sendo essa uma dosagem considerada segura, dessa mesma forma vale ressaltar que a habituação ou não da cafeína é um fator que pode influenciar no desempenho ergogênico da substância.

Por fim, faz se necessário investigações mais detalhadas sobre o assunto, principalmente pesquisas que envolvam amostras de atletas de elite e com controle na habituação do consumo da substância, fazendo com que pequenas alterações na performance possam ser levadas com significância.

REFERÊNCIAS

- 1-Altermann, A.M. A influência da cafeína como recurso ergogênico no exercício físico: a sua ação e efeitos colaterais. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol. 2. Num. 10. 2008. p.225-239. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/68/67>>
- 2-Altimari, L.R. Cafeína e performance em exercícios anaeróbicos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. Vol. 42. Núm. 1. 2006. p.17-27.
- 3-Annunciato, R. Suplementação aguda de cafeína relacionada ao aumento de força. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol. 3. Núm. 18. 2012. p.508-517. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/149/147>>
- 4-Astorino, T.A. Minimal effect of acute caffeine ingestion on intense resistance training performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 25. Núm. 6. 2011. p.1752-1758.
- 5-Astorino T.A.; Rohmann, R.L.; Firth, K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *European journal of applied physiology*. Vol. 102. Núm. 2. 2008. p.127-132.
- 6- Ayres, G.F.M.; Arruda, A.C.P. Efeito da ingestão de cafeína sobre o desempenho de força dinâmica em um teste de repetições múltiplas. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol. 4. Núm. 22. 2010. p. 4-10. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/195/189>>
- 7-Balsamo, S. Treinamento de força para osteoporose, fibromialgia, diabetes tipo 2, artrite reumatóide e envelhecimento. 2ª edição. Phorte. 2007.
- 8-Beck, T.W. The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 20. Núm. 3. 2006. p. 506-510.
- 9-Block, B.M.; Barry, S.R.; Faulkner, J.A. Aminophylline increases submaximum power but not intrinsic velocity of shortening of frog muscle. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 73. Núm. 1. 1992. p. 71-74.
- 10-Braga, L.C.; Alves, M.P. A Cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. *Brazilian Journal Science Moviment*. Vol. 8. Num. 3. 2000. p. 33-37
- 11-Caputo, F. Cafeína e desempenho anaeróbico. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 14. Núm. 4. 2012. p.602-614.
- 12-Da Silva, V.L.; Messias, F. R.; Zanchi, N. E.; de Siqueira-Filho, M. A.; Guimaraes-Ferreira, L. Effect of caffeine ingestion on resistance training performance. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. Vol. 8. Num. 43. 2014. p. 80-88. Disponível em: <<http://www.rbpex.com.br/index.php/rbpex/article/view/590/549>>
- 13-Diaz-Lara, F.J.; Del Coso, J.; García, J.M.; Portillo, L.J.; Areces, F.; Abián-Vicén, J. Caffeine improves muscular performance in elite Brazilian Jiu-jitsu athletes. *European Journal Sport Science*. Vol. 16. Num. 8. 2016. p. 1079-1086.
- 14-Doherty, M.; Smith, P.M. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. *Scandinavian Journal Medicine Science Sports*. Vol. 15. Num. 2. 2005. p.69-78.
- 15-Duncan, M. J.; Oxford, S. W. Acute caffeine ingestion enhances performance and dampens muscle pain following resistance exercise to failure. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. Vol. 52. Núm. 3. 2012. p. 280-285.

- 16-Duncan, M.J. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. *European journal of sport science*. Vol. 13. Núm. 4. 2013. p. 392-399.
- 17-Duncan, M.J.; Oxford, S.W. The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 25. Núm. 1. 2011. p. 178-185.
- 18-Duncan, M.J.; Thake, C.D.; Downs, P.J. Effect of caffeine ingestion on torque and muscle activity during resistance exercise in men. *Muscle & nerve*. Vol. 50. Núm. 4. 2014. p. 523-527.
- 19-Goldstein, E. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 7. Núm. 1. 2010. p. 1-6.
- 20-Graham, T.E.; Spriet, L.L. Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. *Journal Applied Physiology*. Vol. 71. Num. 6. 1991. p. 2292-2298.
- 21-Green, J.M. Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. *International journal of sports physiology and performance*. Vol. 2. Núm. 3. 2007. p. 250.
- 22-Guerra, R.O.; Bernardo, G.C.; Gutierrez, C.V. Cafeína e esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 6. Num. 2. 2000. p. 60-62.
- 23-Hudson, G.M. Effects of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion, and pain perception. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 22. Núm. 6. 2008. p. 1950-1957.
- 24-Lakatos, E. M. E Marconi, M. A. *Fundamentos da Metodologia Científica*. 5ª edição. São Paulo. Atlas. 2003.
- 25-Materko, W.; Santos, E.L. Efeito agudo da suplementação da cafeína no desempenho da força muscular e alterações cardiovasculares durante o treino de força. *Motricidade*. Vol. 7. Núm. 3. 2011. p. 29-36.
- 26-Mattos, F.O.; Painelli, V.S.; Lancha Junior, A.H.; Gualano, B. Eficácia ergogênica da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força? uma análise crítica. *Revista da Educação Física/UEM*. Vol. 25. Num. 3. 2014. p. 501-511.
- 27-Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. *Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano*. 7ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2011.
- 28-Mendes, P. H. M. Influence of caffeine on performance race 5000 meters/Influência da cafeína no desempenho da corrida de 5000 metros. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol. 7. Núm. 41. 2013. p. 279-287. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/405/386>>
- 29-Meyers, B.M.; Cafarelli, E. Caffeine increases time to fatigue by maintaining force and not by altering firing rates during submaximal isometric contractions. *Journal Applied Physiology*. Vol. 99. Num. 3. 2005. p. 1056-1063.
- 30-Mohr, M.; Nielsen, J.J.; Bangsbo, J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of applied physiology*. Vol. 111. Núm. 5. 2011. p. 1372-1379.
- 31-Powers, S.K.; Howley, E.T. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento de força e ao desempenho*. 8ª edição. Manole. 2014.
- 32-Rousseau, E.; Ladine, J.; Liu, Q. Y.; Meissner, G. Activation of the Ca²⁺ release channel of skeletal muscle sarcoplasmic reticulum by caffeine and related compounds. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. Vol. 267. Núm. 1. 1988. p. 75-86.
- 33-Souza-Junior, T.P.D. A cafeína potencializa o desempenho em atividades de endurance? *Brazilian Journal of Biomotricity*. Vol. 6. Núm. 3. 2012. p. 144-152.

34-Souza M.T.; Silva, M.D.; Carvalho, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein. Vol. 8. Num. 1. 2010. p. 102-106.

35-Tallis, J. Assessment of the ergogenic effect of caffeine supplementation on mood, anticipation timing, and muscular strength in older adults. Physiological reports. Vol. 1. Núm. 3. 2013. p. 1-10.

36-Tarnopolsky, M.; Cupido, C. Caffeine potentiates low frequency skeletal muscle force in habitual and nonhabitual caffeine consumers. Journal of applied physiology. Vol. 89. Núm. 5. 2000. p. 1719-1724.

37-Walton, C.; Kalmar, J.M.; Cafarelli, E. Effect of caffeine on self-sustained firing in human motor units. The Journal of physiology. Vol. 545. Núm. 2. 2002. p. 671-679.

38-Williams, A.D. The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. Vol. 22. Núm. 2. 2008. p. 464-470.

39-Woolf, K.; Bidwell, W.K.; Carlson, A.G. The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. International journal of sport nutrition. Vol. 18. Núm. 4. 2008. p. 412-429.

40-Wu, B.H. Dose effects of caffeine ingestion on acute hormonal responses to resistance exercise. The Journal of sports medicine and physical fitness. Vol. 55. Núm. 10. 2015. p. 1242-1251.

Recebido para publicação em 15/03/2018

Aceito em 02/05/2018