

CAFEÍNA: EFEITOS ERGOGÊNICOS NOS EXERCÍCIOS FÍSICOSCamila Almeida^{1,2}, Daniela Sangiovanni^{1,3}, Rafaela Liberali¹**RESUMO**

A ingestão da cafeína data de muitos séculos. No entanto, esta substância tem sido considerada um ergogênico nutricional por estar presente em muitos alimentos e bebidas que consumimos diariamente, como chás, café, refrigerantes, chocolates, bebidas esportivas, também remédios do tipo analgésicos e inibidores de apetite. O seu uso é bastante comum no meio esportivo devido seus benefícios ergogênicos que melhoram o rendimento. O objetivo deste trabalho foi demonstrar através de uma pesquisa bibliográfica, a relação do uso da cafeína e seu efeito ergogênico em praticantes de exercícios físicos. A administração de dosagens elevadas de cafeína pode trazer inúmeros desconfortos ao usuário. Embora muitos estudos mostrem resultados promissores, ainda existem muitas controvérsias com relação às dosagens de cafeína, tipo de exercício físico utilizado, horário de ingestão, nível de aptidão física e na tolerância à cafeína nas diferentes modalidades esportivas. A partir dos artigos revisados nesse estudo podemos concluir que a utilização da cafeína melhora o desempenho físico em atividades máximas e supramáximas de curta duração e em atividades de média e longa duração com intensidade moderada. Esses benefícios são evidenciados nos estudos mais recentes devido a um melhor controle e um maior conhecimento da forma de ingestão da cafeína. Os mecanismos que propiciam essa melhora de desempenho necessitam de mais estudos para serem compreendidos.

Palavras-chave: Cafeína, Efeito Ergogênico, Exercício físico, Desempenho Físico.

1 – Programa de Pós Graduação Lato Sensu da Universidade Gama Filho em Nutrição Esportiva.

2 – Graduada em Nutrição pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

3 – Graduada em Educação Física pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

ABSTRACT

Caffeine: ergogenics effects in workout

Caffeine consumption dates back to many centuries ago. However, this substance has been considered a nutritional ergogenic aid due to its presence in many foods and beverages of daily consumption, such as tea, coffee, sodas, chocolates, sports drinks, as well as pain killers and appetite suppressants. Its use is very common in the sport environment due to its ergogenic benefits, which improve performance. The aim of this study was to demonstrate, through a bibliographical research, the relation between caffeine consumption and its ergogenic effects in people who practiced physical exercises. Caffeine consumption in high doses may cause several discomforts to users. Although many studies show promising results, there are still a number of controversies regarding the consume of high doses of caffeine, the types of physical exercises used, the time of ingestion, the level of physical fitness and the tolerance to caffeine in different kinds of sports. Based on the articles reviewed in this study, we can reach the conclusion that caffeine use improves physical performance in maximum and supramaximum activities of short duration and in activities of medium and long duration with moderated intensity. These benefits are made evident in more recent studies due to a more effective control and to a greater knowledge of the way caffeine is ingested. More studies, nevertheless, are needed if we want to understand the mechanisms which allow this improvement in performance to happen.

Key words: Caffeine, Ergogenic Effect, Workout, Physical Performance.

Endereço para correspondência:
nutri_mila@yahoo.com.br
sangiovanni@pop.com.br

INTRODUÇÃO

O uso de cafeína data de muitos séculos e atualmente é consumida regularmente por bilhões de pessoas no mundo, configurando diversas e variadas práticas culturais, sendo vital para algumas economias. A cafeína está presente em muitos alimentos e bebidas, tais como: café, chás, chocolates, refrigerantes, bebidas esportivas, também nos remédios do tipo analgésicos, medicamentos contra gripe e inibidores de apetite (Mello e colaboradores, 2007; Pacheco e colaboradores, 2007). A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é um derivado da xantina, quimicamente relacionadas com outras xantinas: teofilina (1,3 –dimetilxantina) e teobromina (3,7 –dimetilxantina). Elas se diferenciam pela potência de suas ações farmacológicas sobre o sistema nervoso central (SNC), produzindo certo estado de alerta de curta duração (Altimari e colaboradores, 2006; Silva, 2003).

A cafeína é o estimulante mais comum atualmente, é barato e facilmente encontrado, o que contribui para seu elevado consumo. No meio esportivo, a cafeína tem sido freqüentemente utilizada por atletas na busca de benefícios ergogênicos que possam melhorar o rendimento em seus respectivos esportes (Dantas, 2003). Ela contribui para o desempenho da resistência, aparentemente em decorrência de sua capacidade de intensificar a mobilização de ácidos graxos e dessa forma conservar as reservas de glicogênio (Mahan, 2005). A justificativa mais aceita atualmente no meio científico é que esta mobilização pode ocorrer devido ao aumento na produção de catecolaminas ou que a cafeína age antagonista dos receptores de adenosina, os quais são responsáveis pela inibição da oxidação lipídica. Desta forma, a cafeína aumentaria a oxidação de gordura e conseqüentemente diminuiria a oxidação de carboidrato durante o exercício (Mello e colaboradores, 2007).

Após ingestão indivíduos podem temporariamente se sentir mais fortes e mais competitivos, acreditando poder realizar uma atividade física e mental por um tempo mais prolongado antes que se inicie a fadiga (Mendes e Brito, 2007). É mais provável que o efeito de aumento de energia da cafeína seja relatado por sua capacidade de fazer com que o exercício pareça mais fácil. Mediante o seu

efeito estimulante no cérebro, a cafeína pode reduzir fadiga associada a longas seqüências de exercícios (Clark, 2006). Em contrapartida, o consumo de cafeína pode afetar negativamente o controle motor e a qualidade do sono, bem como causar irritabilidade em indivíduos com quadro de ansiedade (De Maria e Moreira, 2007).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi demonstrar através de uma pesquisa bibliográfica, a relação do uso da cafeína e seu efeito ergogênico em praticantes de exercícios físicos.

METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica com base em estudos a partir de 1978 que abordam os efeitos ergogênicos da cafeína. A pesquisa foi feita em base de dados, revistas e livros, utilizando termos como cafeína, exercícios físicos, desempenho físico e efeitos ergogênicos.

Nas bases de dados: Pubmed (www.pubmed.br), Scielo (www.scielo.br), Bireme (www.bireme.com), Google Acadêmico (www.google.com.br), Ibpefex (www.ibpefex.com.br), efdeportes (www.efdeportes.com), Brazilian Journal of Biomotricity (www.brjb.com.br) e *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, J Appl Physiol* (www.jap.physiology.org).

Foi realizado uma revisão de 26 artigos nacionais, 21 internacionais e 3 livros dos últimos 31 anos.

Foram coletados 14 artigos científicos de campo, sendo eles nacionais e internacionais, publicados entre o ano de 1983 e 2008, encontrados nas revistas: *Brazilian Journal of Biomotricity*, *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, *J Appl Physiol*, Revista Treinamento Desportivo, Movimento e Percepção, Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, Revista Brasileira Ciência e Movimento, Revista Brasileira de Nutrição Esportiva e Cadernos de Saúde Pública.

Dos 80 artigos analisados, 50 foram usados para verificar os efeitos ergogênicos da cafeína. As palavras chaves para pesquisa na internet foram: Cafeína, Exercícios Físicos, Efeito Ergogênico, Café.

E os critérios de inclusão dos artigos foram: assuntos relacionados à cafeína, efeitos ergogênicos e as ações da cafeína nos exercícios físicos.

História da cafeína (origem, descrição), propriedades químicas / físicas e onde se encontra

Historicamente, a cafeína proveniente de fontes naturais, tem sido consumida e apreciada desde sempre, sendo o chá a bebida mais antiga que contém cafeína. Alguns antropologistas pensam que o primeiro uso da cafeína, incluída nas plantas, há 600 mil anos a.C. (idade da Pedra), no entanto, a sua descoberta acredita-se ter sido feita na Etiópia, em torno de 700 a.C. onde a planta crescia naturalmente (Soares e Fonseca, 2004/05).

Paula Filho e Rodrigues, (1985) acreditam que a cafeína tenha sido descoberta pelo homem na era paleolítica sob diversas formas de bebidas. O hábito de tomar café foi considerado pela ortodoxia islâmica, posteriormente, chegou a ser considerado como algo providencial para rezar sem cair em sonolência e, como um excelente substituto das bebidas alcoólicas (Soares e Fonseca, 2004/05).

Na Europa, o café apareceu no século XVI, sendo introduzido, principalmente, pelos espanhóis e holandeses, no período das descobertas. Antes disso, o café era restrito e a bebida nobre era o chá. O café encontrou uma forte oposição em alguns países protestantes, como a Alemanha, Áustria e Suíça, nações essas que chegaram mesmo a castigar o comércio e o seu consumo (Silva, 2003; Soares e Fonseca, 2004/05).

Com o passar do tempo, todas as proibições acabaram por desaparecer na Europa e a partir da segunda metade do século XVII, o café converteu-se em sinônimo de bebida intelectual, devido à existência de muitos comércios que ofereciam espaços públicos para consumir, em todas as grandes cidades. Em 1730, surgem as primeiras plantações na América Latina, nomeadamente, em Porto Rico e cerca de 20 anos depois era já o principal produto de exportação do país, o que acontece atualmente (Soares e Fonseca, 2004/05).

A cafeína é consumida regularmente por bilhões de pessoas no mundo. A cafeína pertence ao grupo de compostos das metilxantinas e sua composição química principal é 1,3,7-trimetilxantina. Ela faz parte do grupo de bases da purina. A purina em si não ocorre na natureza, mas inúmeros

derivados são biologicamente significativos. As bases deste grupo, que tem importância farmacêutica, são todos os derivados metilados da 2,6-dioxipurina (xantina). As xantinas são substâncias capazes de estimular o sistema nervoso, produzindo certo estado de alerta de curta duração (Silva, 2003; George, 2000; Altimari e colaboradores, 2006, Pacheco e colaboradores, 2007).

Nos Estados Unidos da América a média de consumo de cafeína é de aproximadamente 200mg ou o equivalente a dois copos de café por dia, entretanto, 10% da população ingere mais que 100mg por dia (Graham, 1978).

Pode-se dizer que 80% da população geral fazem uso dessa substância diariamente, embora seja muito difícil quantificar sua ingestão (Strain e Griffiths, 2000).

Seu consumo, visando a efeitos estimulantes, data de muitos séculos, no entanto, sua utilização por atletas, com intenção de melhorar o desempenho, tem se tornado popular nas últimas décadas, devido aos estudos sobre seus efeitos ergogênicos (Braga e Alves, 2000; Harland, 2000).

Atualmente a cafeína pode ser encontrada em diversos alimentos populares, bebidas e refrigerantes, consumidos cotidianamente (Spriet, 1995; Williams, 1996).

Além do café, a cafeína é encontrada em outras bebidas, em proporções menores, como aquelas que contêm cacau, cola, chocolate, além do chá e de alguns remédios do tipo analgésico ou contra gripes (Bertazzoni, 2007). Devido à diversidade de produtos que contêm cafeína, presente em mais de 60 espécies de plantas do mundo, ela é, seguramente, a droga psicoativa mais popular do mundo (Silva, 2003; Harland, 2000; Strain e Griffiths, 2000).

A cafeína esteve incluída na lista de substâncias proibidas pela *World Anti Doping Agency* (WADA/2004) na classe de estimulantes (A) até o final do ano de 2003. Recentemente a WADA a retirou da lista de substâncias proibidas incluindo a cafeína em um programa de monitoramento, o qual será feito por meio de acompanhamento na incidência de seu uso pelos atletas (Altimari e colaboradores, 2006).

Efeitos ergogênicos e colaterais

No meio esportivo, a cafeína tem sido

freqüentemente utilizada por atletas na busca de benefícios ergogênicos que possam melhorar o rendimento em seus respectivos esportes (Dantas, 2003).

Seus efeitos ainda não são totalmente conhecidos, mas sabemos que esta é um potente agente ergogênico, a ponto de ser considerado doping pelo Comitê Olímpico quando consumido acima dos limites permitidos (Graham, 2001). Atualmente o Comitê Olímpico Internacional (COI) classifica a cafeína como uma droga restrita, positiva, em concentração acima de 12mg/L, na urina (Braga e Alves, 2000).

Os efeitos da cafeína sobre o comportamento humano: podem temporariamente sentir-se mais fortes e mais competitivos, acreditando poder realizar uma atividade física e mental por um tempo mais prolongado antes que se inicie a fadiga (Mendes e Brito, 2007; Kalmar e Cafarelli, 1999; Bertazzoni, 2007).

Esses efeitos podem ser descritos como aumento da capacidade de alerta e redução da fadiga, melhora no desempenho de exercícios físicos. Em contrapartida, o consumo de cafeína pode afetar negativamente o controle motor e a qualidade do sono, bem como causar irritabilidade em indivíduos com quadro de ansiedade (De Maria e Moreira, 2007; Bertazzoni, 2007).

A cafeína afeta quase todos os sistemas do organismo, sendo que seus efeitos mais óbvios ocorrem no sistema nervoso central (SNC). Quando consumida em baixas dosagens (2mg/Kg), a cafeína provoca aumento do estado de vigília, diminuição da sonolência, alívio da fadiga, aumento da respiração, aumento na liberação de catecolaminas, aumento da freqüência cardíaca, aumento no metabolismo e diurese. Em altas dosagens (15mg/Kg) causa nervosismo, insônia, tremores e desidratação (Braga e colaboradores, 2000; Silva, 2003; Fett, 2000).

A ingestão de altas doses de cafeína (10-15 mg/Kg de peso corporal) não é recomendada, pois as concentrações plasmáticas de cafeína podem alcançar valores tóxicos de até 200 mm (Altimari e colaboradores, 2001).

Os efeitos colaterais causados pela ingestão de cafeína ocorrem em maior proporção em pessoas suscetíveis e que utilizam esta substância em excesso, podendo

prejudicar a estabilidade de membros superiores induzindo-os a trepides e tremor, resultando da tensão muscular crônica (Fett, 2000).

A utilização de alguns suplementos nutricionais com potencial ergogênico tem-se mostrado eficiente por protelar o aparecimento da fadiga e aumentar o poder contrátil do músculo esquelético ou cardíaco, otimizando, portanto, a capacidade de realizar trabalho físico, ou seja, o desempenho físico (Braga e Alves, 2000).

Os efeitos ergogênicos da cafeína durante o exercício físico estão relacionados principalmente a um aumento na liberação de catecolaminas e mobilização de ácidos graxos, conseqüentemente resultando em uma diminuída utilização do glicogênio intramuscular como fonte de energia. Esses mecanismos fisiológicos de ação da cafeína poderiam retardar o início da fadiga muscular periférica, contribuindo para um aumento do desempenho físico (Vitorino e colaboradores, 2007; Mello e colaboradores, 2007).

Existem três teorias que podem tentar explicar o efeito ergogênico da cafeína durante o exercício físico. A primeira envolve o efeito direto da cafeína em alguma porção do sistema nervoso central, afetando a percepção subjetiva de esforço ou a propagação dos sinais neurais entre o cérebro e a junção neuromuscular. A segunda teoria pressupõe o efeito direto da cafeína sobre co-produtos do músculo esquelético. As possibilidades incluem: alteração de íons, particularmente sódio e potássio; inibição da fosfodiesterase (PDE), possibilitando um aumento na concentração de adenosina monofosfato cíclica (AMPc); efeito direto sobre a regulação metabólica de enzimas semelhantes às fosforilases (PHOS); e aumento na mobilização de cálcio através do retículo sarcoplasmático, o qual contribui para a potencialização da contração muscular. A terceira teoria diz respeito ao aumento na oxidação das gorduras e redução de carboidratos (CHO). Acredita-se que a cafeína gera um aumento na mobilização dos ácidos graxos livres dos tecidos ou nos estoques intramusculares, aumentando a oxidação da gordura muscular e reduzindo a oxidação de carboidratos (Spriet, 1995; Altimari e colaboradores, 2005; Mello e colaboradores, 2007).

Sugere-se que o aumento do potencial de oxidação das gorduras promova a economia de glicogênio hepático e muscular, levando a um aprimoramento nos exercícios de endurance. Essa hipótese é conhecida como a “teoria poupadora de glicogênio” (Mcardle, Katch e Katch, 1998).

O efeito da lipólise na redução da oxidação de glicose seria importante durante o exercício intenso para as células musculares, uma vez que, baixas concentrações de glicogênio ou altas concentrações de lactato muscular estão diretamente envolvidos com o mecanismo de fadiga muscular. Embora o aumento da lipólise induzido artificialmente pela cafeína ou por outra estratégia como a infusão de heparina ou ácidos graxos tem confirmado esta hipótese em diferentes estudos, pouco se conhece a respeito desse mecanismo durante o exercício intermitente intenso onde a produção de energia oxidativa é esperada para aumentar à medida que o exercício é mantido (Silveira e colaboradores, 2004).

A possibilidade de que a cafeína possa exercer algum efeito ergogênico nos exercícios vem sendo investigada por diversos pesquisadores desde a década de 70. No entanto, os resultados destes estudos apresentam algumas controvérsias devido à falta de padronização das metodologias (tipo de exercícios; intensidade e duração dos exercícios; dosagens de cafeína; tolerância) utilizadas nos experimentos. Além disso, este tipo de estudo é complicado uma vez que a cafeína afeta quase todos os tecidos do corpo dificultando a observação de seus mecanismos de ação (Silva, 2003).

Todavia o seu efeito ergogênico é ainda bastante controverso, visto que aparentemente outros mecanismos podem estar associados à sua ação durante diferentes tipos de exercício físico (Maughan, 2004).

Sendo utilizado dentro dos limites de 3 a 6 mg de cafeína por quilograma de peso corporal, a cafeína parece ser uma substância efetiva para melhoria do desempenho físico, podendo ser considerada um ergogênico nutricional (Altimari e colaboradores, 2001).

Farmacologias: sistema nervoso central, sistema cardiovascular, sistema digestivo, sistema endócrino, as tolerâncias e dependências

No sistema nervoso central, mais precisamente, no sistema nervoso autônomo, a adenosina, um neurotransmissor natural, ao ligar-se aos seus receptores (A¹ e A²), diminui a atividade neuronal, dilata os vasos sanguíneos, reduz a frequência cardíaca, a pressão arterial e a temperatura corporal (Soares e Fonseca, 2004/05).

A popularidade da cafeína como droga psicoactiva, deve-se as suas propriedades estimulantes, que depende da sua capacidade de diminuir a transmissão de adenosina no cérebro. Para a célula nervosa, a cafeína parece-se com a adenosina. A cafeína, devido a esta semelhança, liga-se aos receptores da adenosina. No entanto, não diminui a atividade das células como a adenosina faz. Então a célula não pode ver a adenosina porque a cafeína está ocupando o seu receptor, o que leva a um aumento da atividade celular, exercendo um efeito antagônico nos receptores centrais da adenosina (Soares e Fonseca, 2004/05; Bertazonni, 2007; Triana, 2008).

A cafeína causa a constrição dos vasos sanguíneos da cabeça, pois bloqueia a ação dilatadora da adenosina. Outro modo de ação da cafeína, é pelo bloqueio da enzima fosfodiesterase, responsável pelo metabolismo intracelular do adenosina monofosfato cíclica (AMPC), ou seja há um aumento da concentração do adenosina monofosfato cíclica (AMPC) intracelular, produzindo efeitos que mimetizam os dois mediadores que estimulam a adenilciclase. Assim, os efeitos da adrenalina persistem por mais tempo e com o aumento da atividade neuronal, a glândula hipófise age como se de uma situação anômala se tratasse e libertando grandes quantidades de hormônios que levam a libertação de adrenalina pelas supra-renais aparecendo uma série de efeitos no corpo humano, como a taquicardia, dilatação da pupila, aumento da pressão arterial, abertura dos tubos respiratórios, aumento do metabolismo e contração dos músculos, diminuição da afluência sanguínea ao estômago e aumento da secreção da enzima lipase, uma lipoproteína que mobiliza os depósitos de gordura para utilizá-los como fonte de energia em vez do glicogênio muscular, permitindo assim a aumentar a resistência à fadiga (Mcardle, Katch e Katch, 1998; Soares e Fonseca, 2004/05; Altimari e

colaboradores, 2000; Braga e Alves, 2000; Altimari e colaboradores, 2006; Triana, 2008).

Em doses muito elevadas, a cafeína pode provocar a liberação intracelular de íons cálcio, desencadeando pequenos tremores involuntários, aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca (Braga e Alves, 2000; Soares e Fonseca, 2004/05; Mendes e Brito, 2007).

O comportamento estimulante da cafeína e dos seus metabólicos principais, como a paraxantina e a teofilina correlaciona-se com a afinidade da ocupação dos receptores da adenosina. A paraxantina contribui para a ação farmacológica da cafeína, especialmente durante um consumo em longo prazo e em altas doses, quando a paraxantina se acumula no plasma. As concentrações plasmáticas produzidas a partir da cafeína de teofilina são provavelmente tão baixas para exercer qualquer tipo de efeitos farmacológicos adicionais (Soares e Fonseca, 2004/05; Altimari e colaboradores, 2006).

A sobrecarga cardiovascular é um dos fatores preocupantes no uso da cafeína e isto vem sendo estudado por vários centros de pesquisa de forma independente (Barbosa e colaboradores, 2008).

A probabilidade da pressão arterial aumentar é maior, juntamente com a vasodilatação e também o aumento do fluxo sanguíneo para os tecidos em geral, incluindo as artérias coronárias. No entanto, o uso regular da cafeína pode alterar os efeitos no sistema cardiovascular devido ao desenvolvimento de tolerância a substância (Soares e Fonseca, 2004/05; Barbosa e colaboradores, 2008).

A cafeína estimula a secreção gástrica de ácido clorídrico e da enzima pepsina no ser humano, em doses a partir de 250 mg, essa característica da cafeína é contra indicada em pacientes com úlcera digestiva. No entanto, em pessoas que não possuam nenhuma patologia digestiva a cafeína não tem sido associada a um aumento do risco de úlcera péptica (Soares e Fonseca, 2004/05).

Um aumento nas concentrações de ácidos graxos livres no sangue tem sido associado à cafeína, portanto esta funcionaria como uma substância capaz de mobilizar as gorduras (Soares e Fonseca, 2004/05; Altimari e colaboradores, 2005; Mendes e Brito, 2007).

Atualmente, existem evidências de que a cafeína possa ter algum efeito no

emagrecimento de pessoas obesas (Soares e Fonseca, 2004/05).

O café sem açúcar é uma bebida sem calorias e não causa obesidade como refrigerantes, sendo uma bebida naturalmente dietética. O consumo de café por atletas treinados aumenta a oxidação de calorias, atuando como um agente preventivo contra obesidade (Lima, 1989).

Ainda em relação ao Sistema Endócrino, a ingestão de cafeína por uma pessoa que a ingira esporadicamente pode levar ao aumento das concentrações de alguns hormônios, como a renina, as catecolaminas, a insulina e o paratormônio. Estes efeitos, entretanto, como ocorrem no fenômeno da tolerância, não ocorrem nas pessoas que fazem uso regular da substância devido a adaptação do organismo a mesma (Soares e Fonseca, 2004/05).

A cafeína é uma substância capaz de excitar ou restaurar as funções cerebrais e bulbares, contudo sem ser considerada uma droga terapêutica, isso por apresentar uma baixa capacidade de indução à dependência (Altimari e colaboradores, 2000; Rang e Dale, 1996).

Muitas pessoas referem “não posso sem um café”, e tendem a usar esta expressão tal como se estivessem a dizer que não passa sem comer chocolate, isto demonstra a naturalidade de como é encarado o café na sociedade, isto é, a cafeína no seu todo. A tolerância a uma droga refere-se a uma diminuição da resposta provocada depois de repetidas exposições a essa droga. Doses de cafeína entre 750-1200 mg/dia durante alguns dias produzem o fenômeno de tolerância completa, ou seja, os efeitos da cafeína não estão longe dos efeitos de um placebo embora não se verifique para todos os aspectos farmacológicos. No entanto, baixas doses de cafeína na dieta produzem uma tolerância, neste caso incompleta (Soares e Fonseca, 2004/05).

A cafeína pode provocar dependência física e psicológica como síndrome de ansiedade, depressão e até psicoses, estando referenciado que doses maiores que 350 mg diários de cafeína consumidos durante um mês podem provocar o aparecimento de síndrome de abstinência, pelo que quando usada com fins terapêuticos, os médicos devem recomendar a redução gradual do seu consumo. Esta síndrome manifesta-se por

dores de cabeça, irritabilidade, dificuldade na concentração, náuseas, ansiedade, cansaço, depressão e sonolência. Não é grave e desaparece em poucos dias (Soares e Fonseca, 2004/05).

Cafeína e desempenho físico

Para Altimari e colaboradores (2001), tem sido amplamente estudada a eficiência ergogênica de inúmeros recursos para aprimorar o desempenho físico em diferentes tipos de exercícios físicos.

A cafeína tem mostrado efeito ergogênico eficiente na promoção do desempenho esportivo (Altimari e colaboradores, 2006; Barbosa e colaboradores, 2008; Triana e colaboradores, 2008).

Os efeitos ergogênicos da cafeína começaram a ser difundido pela comunidade científica a partir da década de 70, onde Costill e seus colaboradores evidenciaram uma melhora no tempo de exercício e na quantidade de trabalho produzido em atividades de endurance. Estes estudos sugerem que a cafeína aumentou a disponibilidade de AGL para o músculo, resultando em maior oxidação de lipídios. A quantidade de cafeína ingerida pelos voluntários foi de aproximadamente 5 mg/Kg de peso corporal, sendo esta suficiente para melhorar o desempenho do grupo testado (Mendes e Brito, 2007).

Na década de 90, muitos estudos puderam demonstrar aumentos no desempenho de endurance, devido à ingestão da cafeína (Braga e Alves, 2000).

De Maria e Moreira (2007), descrevem que os efeitos da cafeína sobre o comportamento humano causam aumento na capacidade de alerta e redução de fadiga, com isso melhora o desempenho nos exercícios que requeiram maior vigilância.

Altimari e colaboradores (2000) constataram que o uso da cafeína em exercícios físicos de média e longa duração pode ser capaz de promover uma melhoria na eficiência metabólica dos sistemas energéticos durante o esforço, contribuindo para melhoria do desempenho, observaram que a dosagem de cafeína é fator determinante na melhora de desempenho, pois o desencadeamento das respostas fisiológicas e metabólicas parece estar atrelado à quantidade ingerida.

Alguns estudos apontam para um relativo aumento da força muscular acompanhado de uma maior resistência à aparição da fadiga muscular após a ingestão de doses relativamente altas de cafeína (Kalmar e Cafarelli, 1999). Embora não se saiba de forma concreta o verdadeiro mecanismo de ação responsável pelo aumento da força muscular (Altimari e colaboradores, 2000).

Todavia, acredita-se que isso ocorra em maior intensidade muito mais pela ação direta da cafeína no SNC do que pela sua ação em nível periférico (Kalmar e Cafarelli, 1999). Com relação aos exercícios máximos e supramáximos de curta duração, a maioria dos estudos dessa natureza vem demonstrando que a ingestão de cafeína pode melhorar significativamente o desempenho físico (Silva, 2003; Altimari e colaboradores, 2008).

Kalmar e Cafarelli (2004), observaram redução significativa na fadiga muscular e estimativa de fadiga central consideravelmente reduzida após ingestão de cafeína (6 mg/Kg). Diante desses achados os pesquisadores sugerem que a fadiga central parece contribuir diretamente para a fadiga neuromuscular.

O uso de cafeína é relativamente seguro, e não são conhecidos efeitos negativos no desempenho físico, nem tão pouco causa desidratação significativa ou um desequilíbrio eletrolítico durante o exercício (Soares e Fonseca, 2004/05).

Pesquisas de campo envolvendo o uso da cafeína nos exercícios físicos

Dos 14 estudos avaliados, 13 foram feitos com indivíduos do gênero masculino, sendo somente 1 deles com indivíduos de ambos os gêneros. A média de cafeína utilizada pelos pesquisadores era de aproximadamente 400mg ou 5mg/kg, sendo somente um deles que apresenta a dosagem de 10mg/kg, considerada tóxica por Altimari (2001), podendo ainda causar efeitos colaterais.

Sete estudos foram realizados com exercícios máximos e supramáximos de curta duração Altimari e colaboradores (2008); Anderson e colaboradores (2000), Barbosa e colaboradores (2008); Bruce e colaboradores (2000); Silveira e colaboradores (2004); Triana e colaboradores (2008); Vanakoski e colaboradores (1998), enquanto sete estudos investigaram os efeitos ergogênicos em

exercícios de media e longa duração com intensidades moderadas Alves e colaboradores (1995); Azevedo e colaboradores (2004); Bell e colaboradores (1998); Cadarette e colaboradores (1983); Kaminsky e colaboradores (1998); Tarnopolsky e colaboradores (1989); Vanakoski e colaboradores (1998).

Altimari e colaboradores (2008), investigaram o efeito da cafeína em um estudo com nove ciclistas treinados, com o propósito de analisar a fadiga neuromuscular (FNM) dos músculos superficiais do quadríceps Vasto lateral (VL), Vasto Medial (VM) e Reto Femoral (RF) e o desempenho físico durante exercício supramáximo no ciclismo, uma vez que os mecanismos de ação da cafeína neste tipo de exercício parecem estar relacionados à maior propagação dos sinais neurais entre o cérebro e a junção neuromuscular (Davis e colaboradores, 2003), bem como a ação direta sobre o músculo esquelético potencializando o processo de contração muscular (Lopes e colaboradores., 1983). Desse modo, foi constatado que a ingestão de 6mg/kg de cafeína se mostrou eficaz, pois aumentou em 15% o tempo de exaustão, mostrando melhora no desempenho físico dos ciclistas estudados, bem como o tempo de início de fadiga neuromuscular dos músculos vasto lateral, vasto medial e reto femoral. Silveira e colaboradores (2004) encontraram resultado positivo semelhante ao de Altimari e colaboradores (2008), analisando 10 ciclistas no cicloergômetro com uma sessão de exercício intermitente a uma intensidade de 30% acima do LA (limiar anaeróbio). Durante o exercício foi verificado as concentrações de glicose sanguínea, ácidos graxos livres, lactato e analisado a percepção subjetiva de esforço (PSE). Os resultados sugerem que o aumento da lipólise induzido pela cafeína pode contribuir com a performance durante o exercício intermitente intenso via uma redução na utilização de glicose pelo aumento de ácidos graxo livres circulante, com conseqüente aumento do tempo de exaustão. Os valores de PSE foram estatisticamente significativos apenas no final do exercício quando as análises foram realizadas dentro de cada grupo isoladamente.

Um dos estudos de Vanakoski e colaboradores (1998) analisou 7 homens treinados. Foram realizados 3 sprints de 1 minuto cada, com 5 minutos de intervalo entre eles. Utilizou-se 7mg/kg de cafeína, não

demonstrando melhora alguma na velocidade e no tempo do trabalho total.

Em contrapartida, Azevedo e colaboradores (2004) analisaram 12 atletas em um teste de 3200 metros. O estudo foi dividido em dois testes com o mesmo grupo. O primeiro teste foi feito com abstinência do uso de cafeína, sendo no segundo suplementado com 5mg/kg de cafeína, com o uso de 200ml de gatorade. Observou-se melhora de performance com o uso de cafeína, após uma semana de abstinência dessa substância, da ordem de 8 segundos, bastante relevantes em se tratando de testes máximos.

Bruce e colaboradores (2000) e Anderson e colaboradores. (2000), verificaram 8 remadores em um estudo de 2000 metros com utilização de 6 e 9mg/kg de cafeína. Observaram efeito ergogênico em ambos estudos e dosagens de cafeína, pois o tempo de prova reduziu significativamente nos primeiros 500 metros, observando melhora sobre o metabolismo anaeróbio.

Barbosa e colaboradores (2008) estudaram 36 homens ativos no RAST (*Running-based Anaerobic Sprint Test*) onde foram divididos dois grupos. Um utilizando 300mg de cafeína, 45 minutos antes do teste e o outro grupo placebo. Após 10 minutos de aquecimento os sujeitos eram submetidos ao RAST, que consiste em 6 corridas de 35 metros na velocidade máxima com 10 segundos de intervalo passivo entre as corridas. Verificou-se melhora significativa na performance somente no grupo que suplementou cafeína. Porém vale ressaltar que foi observado maior exigência do sistema cardiovascular com o uso da cafeína independente do exercício.

CONCLUSÃO

A cafeína é uma substância utilizada há muitos anos por inúmeros atletas de diferentes modalidades esportivas pelo seu possível efeito ergogênico. A administração dessa substância de maneira correta é determinante para um melhor desempenho físico. Sendo utilizada dentro dos limites de 3 a 6 mg por quilograma de peso corporal, a cafeína parece ser uma substância efetiva para a melhora do desempenho físico, podendo em alguns casos, ser considerada um ergogênico nutricional.

A administração de dosagens elevadas de cafeína, pode trazer inúmeros desconfortos ao usuário. Podemos associar a ação ergogênica da cafeína como estimulador da secreção de adrenalina, o que resulta na mobilização de ácidos graxos livres, poupando assim o glicôgeno muscular.

Embora muitos estudos mostrem resultados promissores, ainda existem muitas controvérsias com relação às dosagens de cafeína, tipo de exercício físico utilizado, horário de ingestão, nível de aptidão física e na tolerância à cafeína nas diferentes modalidades esportivas.

A partir dos artigos revisados nesse estudo, podemos concluir que, a utilização controlada da cafeína, melhora o desempenho físico em atividades máximas e supramáximas de curta duração e em atividades de média e longa duração, com intensidade moderada. Esses benefícios são evidenciados nos estudos mais recentes devido a um melhor controle e um maior conhecimento da forma de ingestão da cafeína. Os mecanismos que propiciam essa melhora de desempenho necessitam de mais estudos para serem compreendidos.

Tabela dos Estudos sobre o Efeito Ergogênico da Cafeína em Exercícios Físicos

Investigadores	N	Gênero	Tipo de teste	Dose de cafeína	Efeito ergogênico	Comentários
Altimari e colaboradores (2008)	9	M	Exercício supra-máximo no ciclismo a carga constante do (Wmax) 110% até exaustão.	6mg/kg	Sim	Aumento do tempo de início da fadiga neuromuscular, bem como melhora de 15% no desempenho físico.
Alves e colaboradores (1995)	8	M	Cicloergômetro a 80% do VO ₂ máx até exaustão	10mg/kg	Não	Não se constatou melhora no desempenho físico.
Anderson e colaboradores. (2000)	8	M	Prova de remo 2000 metros	6 e 9mg/kg	Sim	Aumento significativo no tempo de prova. (0,7% e 1,3% respectivamente) determinadas nos 500 metros iniciais.
Azevedo e colaboradores (2004)	1 2	M	Teste máximo de 3200m	5mg/kg De peso + 200ml gatorade	Sim	Houve uma melhora na performance com o uso de cafeína, após 1 semana de abstinência desta substância, em 11 dos 12 avaliados, da ordem de 8 seg, bastante relevantes em se tratando de testes máximo.
Barbosa e colaboradores (2008)	3 6	M	RAST= 6 corridas de 35m na velocidade máxima com 10s intervalo entre cada corrida	300mg	Sim	A performance foi significativamente maior no grupo C somente nos sprints 4,5 e 6, mostrando efeito ergogênico apenas na diminuição de fadiga e não no aumento da força e potência muscular.
Bell e colaboradores (1998)	1 2	M	85% do VO ₂ max. no cicloergômetro até exaustão.	5mg/kg	Não	Não houve melhora no tempo de exaustão.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Bruce e colaboradores (2000)	8	M	Prova de remo 2000	6 e 9mg/kg	Sim	Aumento significativo no tempo de prova (1,2%) e na potência média (2,7%) em ambas as doses.
Cadarette e colaboradores (1983)	13	8M 5F	Corrida de longa duração	0; 2,2; 4,4; 8,8mg/kg.	Sim	Houve melhora significativa no tempo de corrida, quando a ingestão foi de 4,4mg/kg
Kaminsky e colaboradores (1998)	14	M	Caminhada/corrida em esteira a 30%, 50%, 70% do VO ₂ máx.	243-330mg	Não	Não se houve melhora no desempenho físico.
Silveira e colaboradores (2004)	10	M	Intermitente intenso 30% acima do LA no cicloergômetro.	5mg/kg peso	Sim	Aumento na utilização de ácidos graxos livres e no tempo de exaustão
Tarnopolsky e colaboradores (1989)	6	M	Corrida em esteira a 70% do VO ₂ máx. durante 90 min.	6mg	Não	Não se constatou melhora na função neuromuscular, na percepção subjetiva de esforço, no VO ₂ máx, possivelmente por serem consumidores habituais de aproximadamente 200mg de cafeína.
Triana e colaboradores (2008)	8	M	4 testes de carga constante 80%, 90%, 100% e 110% da (W Max) no cicloergômetro	6mg/kg	Sim	O limiar de esforço percebido (LEP) não foi alterado com a ingestão de cafeína. Portanto a ingestão só se mostrou eficaz para prolongar o tempo de exaustão nas cargas mais intensas e atenuar a taxa de aumento da percepção subjetiva de esforço (PSE)
Vanakoski e colaboradores (1998)	7	M	Cicloergômetro a 65% da FC máx. durante 45 minutos	7mg/kg	Não	Não se constatou melhora alguma na velocidade e no tempo do trabalho total. A FC não foi alterado, nem a concentração de lactato.
Vanakoski e colaboradores (1998)	7	M	3 sprints de 1 min. em cicloergômetro com intervalo de 5 min. entre os sprints	7mg/kg	Não	Não se constatou melhora alguma na velocidade e no tempo do trabalho total.

REFERÊNCIAS

1- Alves, M.N.; e colaboradores. Effects of caffeine on tryptofan on rectal temperature, metabolism, total exercise time, rate of perceived exertion and heart rate. *Braz J Med Biol Res.* Vol. 28. 1995. p. 705-709.

2- Altimari, L.R.; e colaboradores. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. *Paul J Phys Educ.* Vol. 14. Num. 2. 2000. p. 141-158.

3- Altimari, L.R.; e colaboradores. Cafeína: ergogênico nutricional no esporte. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.* Vol. 9. Num. 3. 2001. p. 57-64.

- 4- Altimari, L.R.; e colaboradores. Efeito ergogênico da cafeína na performance em exercícios de média e longa duração. *Rev. Portuguesa de ciências do desporto*. Vol. 5. Num. 1. 2005. p. 87-101.
- 5- Altimari, L.R.; e colaboradores. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. *Rev. Bras. Ciên. e Farmacêuticas*. Vol. 42. Num. 1. 2006. p. 18-26.
- 6- Altimari, L.R.; e colaboradores. A ingestão de cafeína aumenta o tempo para fadiga neuromuscular e desempenho físico durante exercício supramáximo no ciclismo. *Brazilian Journal of Biomotricity*. Vol. 2. Num. 3. 2008. p. 195-203.
- 7- Anderson, M.E.; e colaboradores. Improved 2000-meter rowing performance in competitive oarswomen after caffeine ingestion. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* Vol. 10. Num. 4. 2000. p. 464-475.
- 8- Azevedo, C.R.; e colaboradores. Efeitos ergogênicos da cafeína no teste de 3.200 metros. Vol. 3. Num. 4. 2004.
- 9- Braga, L.C.; Alves, M.P. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.* Vol. 8. Num. 3. 2000. p. 33-37.
- 10- Barbosa, D.J.N.; e colaboradores. Efeito da Cafeína na Performance e Variáveis Hemodinâmicas do RAST – Estudo Placebo Controlado. *Movimento e Percepção, Espírito Santo do Pinhal, SP*. Vol. 9. Num. 13. Jul./Dez. 2008. p. 75- 93.
- 11- Bell, D.G.; Jacobs, I.; Zamecnik, J. Effects of caffeine, ephedrine and their combination on time to exhaustion during high-intensity exercise. *Eur. J. Appl Physiol Occup Physiol*. Vol. 77. 1998. p. 427-433.
- 12- Bertazzoni, C.G. Cafeína na Melhora do Desempenho em Exercícios Anaeróbios. Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina para a obtenção do Título de Especialista em Ciência Aplicada à Atividade Física. 2007.
- 13- Bruce, C.R.; e colaboradores. Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 32. Num. 11. 2000. p. 1958-1963.
- 14- Cadarette, B.; e colaboradores. Effects of varied dosages of caffeine on endurance exercise to fatigue. In: HG. Knuttgen, J. Vogel, J., 1983.
- 15- Clark, N. Guia de Nutrição Desportiva: Alimentação para uma Vida Ativa. 3º ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- 16- Dantas, E.H.M. A Prática da preparação física. 5º ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
- 17- De Maria, C.A.B; Moreira, R.F.A. Cafeína: revisão sobre métodos de análise. *Química Nova*. Vol. 30. Num. 1. São Paulo, janeiro/fevereiro de 2007. p. 99-105.
- 18- Fett, C. Ciência da Suplementação Alimentar. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
- 19- George, A. J., Central nervous system stimulants. *Baillieres Best. Pract. Res. Clin Endocrinol. Metab.* v.14, n.1, p.79-88, 2000.
- 20- Graham, D.M., Caffeine – its identify, dietary sources, intake and biological effects. *Rev. Nutr.* 1978. p. 36-97.
- 21- Graham, T.E., Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports Med.* Vol. 31. Num. 11. 2001. p. 785-807.
- 22- Harland, B.F. Caffeine and nutrition. *Nutrition*. Vol. 16. Num. 7. 2000. p. 522-526.
- 23- Kalmar, J.M.; Cafarelli, E; Effects of caffeine on neuromuscular function. *J. Appl. Physiol.* Vol. 87. Num. 2. 1999. p. 801-808.
- 24- Kalmar, J.M.; Cafarelli, E. Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans? *Exercise and Sport Science Reviews*. Vol. 32. Num. 4. 2004. p. 143-147.
- 25- Kaminsky, L.A.; Martin, C.A.; Whaley, M.H. Caffeine Consumptions habits do not influence the exercise blood pressure reponde following caffeine ingestion. *J. Sports Med Phys Fitness*. Vol. 38. 1998. p. 53-58.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

26- Lima, D.R. A cafeína e sua saúde. Rio de Janeiro: Record, 1989.

27- Lopes, J.M.; e colaboradores. Effect of caffeine on skeletal muscle function before and after fatigue. *J. Appl. Physiol.* Vol. 54. Num. 5. 1983. p. 1303-1305.

28- Maughan, R.J. Nutrição esportiva. Artmed Editora, 2004.

29- Mahan, K.L.; Escott-Stump, S. Krause Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 11^o ed. São Paulo: Roca, 2005.

30- Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. Fisiologia do exercício – energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 4^o ed. 1998.

31- Mello, D.; Kunzler, D.K.; Farah, M. A cafeína e seu efeito ergogênico. *Rev. Bras. De Nutrição Esportiva.* Vol. 1. Num. 2. São Paulo, mar/abril, 2007. p. 30-37.

32- Mendes, E.L.; Brito, C.J. O consumo da cafeína como ergogênico nutricional no esporte e suas repercussões na saúde. *Revista Digital.* Buenos Aires. Ano. 11. Num. 105. Febrero de 2007.

33- Pacheco, A.H.R.N. e colaboradores. Consumo de cafeína entre gestantes e a prevalência do baixo peso ao nascer e da prematuridade: uma revisão sistemática. *Cad. Saúde Pública.* Vol. 23. Num. 12. dezembro de 2007. p. 2807-2819.

34- Paula Filho, U.; Rodrigues, L.O.C. Estudo do efeito da cafeína em diferentes níveis de exercício. *Rer. Bras. Ciên. Esp.* Vol. 6. Num. 2. 1995. p. 139-146.

35- Rang, H.P.; Dale, M.M. *Farmacologia.* 3^o ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

36- Silva, M.S. Os efeitos da cafeína relacionados à atividade física: uma revisão. *Revista Digital.* Buenos Aires. Ano. 9. Num. 66. noviembre de 2003.

37- Silveira, L.R.; Alves, A.A.; Denadai, B.S. Efeito da lipólise induzida pela cafeína na performance e no metabolismo de glicose

durante o exercício intermitente. *Rev. Bras. Cie. e Mov.* Vol. 12. Num. 3. 2004. p. 21-26.

38- Soares, M.S.I.A.; Fonseca, R.M.B. Cafeína. Trabalho de Toxicologia e Análises Toxicológicas do Laboratório de Toxicologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto. 2004/05.

39- Strain, E.C.; Griffins, R.R. Caffeine use disorders. In: Tasman, A; Kay, j; Lieberman, j. a, editors, *Psychiatry*, v. 1, Philadelphia (PA); W. B. Saunders Co. 2000.

40- Spriet, L.L. Caffeine and performance. *Int. J. Sports Nutr.* Vol. 5. Num. 1. 1995. p. 84-99.

41- Tarnopolsky, M.A. e colaboradores. Physiological responses to caffeine during endurance running in habitual caffeine user. 1989.

42- Triana, R.O.; e colaboradores. Efeito da ingestão de cafeína sobre o limiar de esforço percebido (LEP). *Motriz*, Rio Claro. Vol. 14. Num. 3. jul./set. 2008. p. 300-309.

43- Vanakoski, J.; e colaboradores. Creatine and caffeine in anaerobic and aerobic exercise: effects on physical performance and pharmacokinetic considerations. *Int J. Clin. Pharmacol. Ther.* Vol. 36. Num. 5. 1998. p. 258-268.

44- Vitorino, D.C.; e colaboradores. Efeitos da Ingestão Aguda de Cafeína sobre o Desempenho Anaeróbico Intermitente. *Rev. Treinamento Desportivo.* Vol. 8. Num. 1. 2007. p. 01-05.

45- Williams, M. H. Ergogenic aids: a means to citius, altius, fortius, and Olympic gold? *Res. Quart. Exerc. Sport.* Vol. 67. Num. 3. 1996. p. 58-64.

Recebido para publicação em 30/06/2009

Aceito em 08/08/2009