Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico de Vitória – CAV
Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica – PPGNAFPF

ANA CARLA SANTOS MARIANO

EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO DA FUNÇÃO NEUROMUSCULAR E DESEMPENHO APÓS UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA COM ÊNFASE EM AÇÃO EXCÊNTRICA

Vitória de Santo Antão
2018

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico de Vitória – CAV
Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica – PPGNAFPF

ANA CARLA SANTOS MARIANO

EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO DA FUNÇÃO NEUROMUSCULAR E DESEMPENHO APÓS UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA COM ÊNFASE EM AÇÃO EXCÊNTRICA

Orientador: Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva
Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, área de concentração em Bases Experimentais e Clínicas da Plasticidade Fenotípica, para a obtenção do título de Mestre.

Vitória de Santo Antão
2018

Catalogação na fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE – Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Fernanda Bernardo Ferreira, CRB4-2165

M333e Mariano, Ana Carla Santos.
Efeitos da ingestão de cafeína na recuperação da função neuromuscular e desempenho após uma sessão de treinamento de força com ênfase em ação excêntrica./ Ana Carla Santos Mariano. - Vitória de Santo Antão, 2018.
71 folhas: fig.

Orientador: Adriano Eduardo Lima da Silva.
Coorientador: Fernando Roberto de Oliveira
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, 2018.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Fadiga neuromuscular. 2. Força muscular. 3. Treinamento- Atletismo. I. Silva, Adriano Eduardo Lima da (Orientador). II. Oliveira, Fernando Roberto (Coorientador). III. Título.

612.044 CDD (23.ed.) **BIBCAV/UFPE-030/2018**

Dissertação de Mestrado apresentada por **ANA CARLA SANTOS MARIANO** ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco, sob o título **"EFEITOS DA INGESTÃO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO DA FUNÇÃO NEUROMUSCULAR E DESEMPENHO APÓS UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA COM ÊNFASE EM AÇÃO EXCÊNTRICA"** orientada pelo Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva e coorientada pelo Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira, aprovada no dia 28 de fevereiro de 2018 pela Banca Examinadora composta pelos seguintes professores:

_____

Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva
(PPGNAFPF - CAV/UFPE)

_____

Dr. Marcos David da Silva Cavalcante
(PPGNAFPF - CAV/UFPE)

_____

Dr. Carlos Rafaell Correia de Oliveira
Centro Universitário Cesmac

Autor:
Ana Carla Santos Mariano

Aos meus pais, *Andreiza* e *Geovani* por todo amor, incentivo e ajuda para que isso fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus agradecimentos à todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho fosse possível.

Aos meus pais por serem os meus maiores incentivadores e por estarem me apoiando durante toda minha jornada acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva por toda paciência, disponibilidade, ensinamentos e sugestões que foram extremamente importantes durante toda orientação do mestrado e a conclusão do trabalho. Obrigada por oferecer todas condições possíveis para que este trabalho fosse realizado.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira pela des´Orientação, incentivo, conselhos e ensinamentos repassados durante toda minha formação acadêmica. Obrigada por me ensinar que ´´Todo aperto é pouco`` e que toda conquista exige sacrifícios.

Ao meu amigo, companheiro e parceiro de trabalho Fabiano Tomazini, por todo apoio, ajuda e contribuição que foram essenciais para a realização deste trabalho. Obrigada pelo companheirismo e dedicação durante cada minuto de coleta e durante toda etapa de realização deste trabalho.

Ao Centro Regional de Iniciação ao Atletismo de Lavras (CRIA-Lavras) e ao CRIA-Itutinga por toda colaboração e apoio durante o período de coletas e por disponibilizar seus atletas para participação no estudo.

Aos atletas que participaram deste do estudo por todo esforço, ajuda e comprometimento durante o período de coletas.

Aos meus amigos e colegas de trabalho que se esforçaram para me ajudar e fazer o possível para que as coletas fossem realizadas com sucesso. Obrigada pelo companheirismo e pela amizade.

Ao Grupo de Pesquisa em Ciências do Esporte (GPCE), pela amizade, ajuda, companheirismo, incentivo e ensinamentos que contribuíram de forma imensurável na minha formação acadêmica e profissional.

RESUMO

Este estudo investigou os efeitos da cafeína na recuperação da função neuromuscular e desempenho em um período de 72h após uma sessão de treinamento de força com ênfase em ação excêntrica. Foi utilizado um desenho experimental duplo-cego e contrabalançado, onde 11 participantes jovens do sexo masculino, atletas bem treinados da modalidade de saltos e corrida de velocidade (idade: 19.3 ± 3.0 anos) fizeram uma sessão de treinamento de força com ênfase na ação excêntrica composta por exercício de meio agachamento realizado a 70% de 1RM. Nas 24h, 48h e 72h pós-exercício, os atletas fizeram a ingestão de placebo ou 5mg.kg^{-1} de peso corporal de cafeína anidra e foram avaliados a recuperação da função neuromuscular, potência muscular e velocidade. Na análise do período de recuperação foi visto que os atletas já estavam recuperados com o intervalo de 24h em relação a fadiga neuromuscular, potência muscular e força. Nas variáveis neuromusculares e velocidade, não foram encontradas diferenças significativas entre a suplementação de cafeína e placebo ($P > 0.05$). Contudo, a ingestão de cafeína resultou na melhora significativa do desempenho de salto vertical contra movimento, em comparação com a condição placebo ($P < 0.05$), nas 48h e 72h após o treinamento de força. Não foram encontradas diferenças significativas no que se refere a percepção de dor e recuperação. Em conclusão, a ingestão de cafeína resultou melhoras somente no desempenho em salto contra movimento após um treinamento de força com ênfase em ação excêntrica em atletas saltadores e velocista.

Palavras-chave: Fadiga neuromuscular. Potência muscular. Velocidade. Atletismo.

ABSTRACT

This study investigated the effect of caffeine on recovery of neuromuscular function and performance over a 72-h period after a strength training session with emphasis on eccentric action. Using a randomized, crossover, and double-blind design, where eleven young men, well-trained jumpers and sprinters athletes (age: 18.7 ± 2.7 years) did a strength training session with an emphasis on eccentric action consisting of half-squat exercise performed at 70% of 1 RM, then 24-48-72h post-exercise evaluations were performed, in which athletes ingested either a placebo or 5mg.kg^{-1} body mass of anhydrous caffeine, were evaluated the recovery of neuromuscular function, power muscle and velocity. In the analysis of the recovery period after the strength training session, the athletes were already recovered in 24h in relation to neuromuscular fatigue, muscle power and strength. The neuromuscular variables and velocity, no significant differences were found between caffeine supplementation and placebo ($P > 0.05$). However, caffeine intake resulted in a significant improvement in CMJ performance compared with placebo ($P < 0.05$) at 48 hours and 72 hours after strength training. No significant differences were found regarding the perception of pain, recovery and effort. In conclusion, caffeine intake resulted in improvements in CMJ performance only after strength training with an emphasis on eccentric action in jumpers and sprinter.

Key-words: Neuromuscular fatigue. Muscle power. Velocity. Athletic.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

µg	**Microgramas**
1RM	Teste de Uma Repetição Máxima
AV	Percentual de Ativação Voluntária
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CK	Creatina Quinase
CVM	Contração Voluntária Máxima
EID	Escala de Intensidade de Dor
EMG	Eletromiografia
FC_{rep}	Frequência Cardíaca de Repouso
h	hora
Hz	Hertz
Kg	quilograma
kΩ	Mil Ohms
m	metros
mg	miligramas
min	minuto
Qt_{w10}	Estímulo elétrico duplo de 10Hz
Qt_{w100}	Estímulo elétrico duplo de 100 Hz
Qt_{wpot}	Estímulo elétrico potencializado de 1Hz
RM	Repetição Máxima
s	segundo
SCM	Salto Contra Movimento
SNC	Sistema Nervoso Central
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TM	Tirante Musculador
TQR	Escala de Qualidade da Recuperação

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO **10**
2 OBJETIVOS **14**
2.1 Geral **14**
2.2 Específicos **14**
3 HIPÓTESE **15**
4 MATERIAIS E MÉTODOS **16**
4.1 Amostra **16**
4.2 Desenho Experimental **16**
4.3 Teste de Uma Repetição Máxima **19**
4.4 Testes de Contração Muscular Voluntária (CVM) e Estimulação Elétrica **20**
4.5 Eletromiografia **21**
4.6 Exercício de Força **22**
4.7 Corrida **23**
4.8 Instrumentos de Medidas e Análises **23**
4.8.1 Avaliação Antropométrica **23**
4.8.2 Salto Vertical Contra Movimento **23**
4.8.3 Percepção de Dor Muscular de Início Tardio **24**
4.8.4 Percepção de Recuperação **24**
4.10 Análise Sanguínea **24**
4.9 Análise Estatística **24**
5 RESULTADOS **26**
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS **49**
REFERÊNCIAS **50**
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO **53**
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS) **56**
APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO **59**
APÊNDICE D - FICHA DE REGISTRO ALIMENTAR **62**
ANEXO A - LAUDO TÉCNICO DA CAFEÍNA **63**
ANEXO B - ESCALA DE INTENSIDADE DA DOR **64**
ANEXO C - ESCALA DE QUALIDADE TOTAL DE RECUPERAÇÃO **65**
ANEXOS D - ANEXO E - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP **66**

1 APRESENTAÇÃO

No contexto esportivo, há uma variedade de métodos de treinamento de força que são usados para o desenvolvimento da força máxima, potência e resistência de força (MARIÁN *et al.*, 2016). Alguns desses métodos são mais utilizados pela maior eficiência no ganho de força, quando comparado com outros métodos. Um dos métodos é o treinamento com ênfase em ação excêntrica, que tem efeitos positivos no aumento da força e hipertrofia muscular (BARONI *et al*., 2013; OLIVEIRA *et al*., 2013; PRASARTWUTH; TAYLOR; GANDEVIA, 2005). Ações musculares excêntricas se diferem das ações concêntricas e isométricas devido a maior produção de força muscular, menor gasto metabólico e menor atividade neuromuscular para produzir uma dada carga de trabalho (PROSKE; MORGAN, 2001; TESCH *et al*., 1990). Isso leva a um maior dano muscular (GONZALEZ-IZAL; CADORE; IZQUIERDO, 2014) e ao desenvolvimento da hipertrofia do grupamento de modo longitudinal, definido como hipertrofia sarcomérica em série.

Por outro lado, estudos apontam que este tipo de ação causa ruptura sarcolêmica, dilatação do sistema de túbulos transversais, distorção de componentes miofibrilares, fragmentação do retículo sarcoplasmático, lesões na membrana plasmática, dano no citoesqueleto, alterações na matriz extracelular da miofibrila e inchaço nas mitocôndrias (ENOKA, 1996; STAUBER, 1989). Em conjunto, essas alterações podem levar a recuperação incompleta para sessões subsequentes de treinamento. Nesse sentido, investigações sobre a dinâmica de recuperação da fadiga central e periférica após uma sessão de treinamento com ênfase excêntrica são essenciais para auxiliar no desenho de melhores métodos de recuperação para as sessões subsequentes (BARNETT, 2006). A fadiga muscular é entendida como um fenômeno complexo e pode ser definida como a redução da capacidade muscular para produzir força e potência, sendo causado por fatores centrais e/ou periféricos (BISHOP;

JONES; WOODS, 2008; GANDEVIA, 2001). A fadiga central é definida como uma redução na ativação voluntária durante uma contração máxima, enquanto a fadiga periférica como alterações da junção neuromuscular até componentes contráteis que levam a redução na força (GANDEVIA, 2001).

Deste modo, a utilização de estratégias de recuperação na preparação para treinamento e competição torna-se importante (BARNETT, 2006). Pensando nessa necessidade, estudos têm apontado que algumas substâncias alternativas podem auxiliar na atenuação dos efeitos negativos do treinamento durante o período de recuperação após sessões de treinamento (CLIFFORD *et al.*, 2016; EDZARD, 2010; O'CONNOR *et al.*, 2004). Dentre essas substâncias a cafeína tem se mostrado como um eficiente recurso na melhoria das respostas neuromusculares e do desempenho em sujeitos bem treinados. A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é a substância farmacológica psicoativa mais consumida no mundo, naturalmente presente em folhas, frutas e sementes de vários tipos de plantas, consumida através de uma variedade de alimentos, bebidas e produtos medicinais (ASTORINO; ROBERSON, 2010; SÖKMEN *et al.*, 2008). A grande disponibilidade de bebidas energéticas e de suplementos alimentares e esportivos possibilitou o aumento do consumo da cafeína especificamente para fins ergogênicos no cenário esportivo. Estudos têm apontado que devido sua natureza lipofílica, a cafeína tem ação direta no SNC associada a sua travessia na barreira hematoencefálica, sendo considerado um eficiente estimulante e um potente antagonista do receptor de adenosina (DAVIS *et al.*, 2003; MARIDAKIS *et al.*, 2007; TALLIS; DUNCAN; JAMES, 2015). Fisiologicamente, a adenosina tem um papel importante como modulador inibitório de excitabilidade neuronal. A ligação da cafeína aos receptores de adenosina parece retardar a fadiga, contrariando a ação inibitória da adenosina na excitabilidade neuronal e na liberação de neurotransmissores excitatórios (DAVIS *et al.*, 2003; ZBINDEN-FONCEA *et al.*, 2017). Além disso, a cafeína possui propriedade analgésica, e isto também ocorre em

consequência do bloqueio dos receptores de adenosina que estão localizados em numerosos tecidos neurais envolvidos na nocicepção e processamento da dor, incluindo os nervos periféricos aferentes, corno dorsal da medula espinal e as áreas superiores do cérebro (FREDHOLM *et al.*, 1999). Acredita-se que o mecanismo de bloqueio dos receptores de adenosina, seja o responsável pela maioria dos efeitos da cafeína no SNC em condições fisiológicas normais (DAVIS *et al.*, 2003; FREDHOLM *et al.*, 1999; GRAHAM, 2001). Esta ação poderia justificar os efeitos da cafeína sobre a redução da fadiga, dor muscular e mudanças nas variáveis neuromusculares durante o exercício.

Alguns estudos foram realizados para analisar os efeitos da ingestão de cafeína no período de recuperação como o estudo de Maridakis *et al.* (2007) que analisaram os efeitos da ingestão da cafeína sobre a dor muscular tardia e na força 24h e 48h após exercício excêntrico em jovens universitárias. Neste estudo foi visto que a cafeína teve efeitos positivos na diminuição da dor muscular tardia, porém não houve diferença significativa nos níveis de força, comparado ao placebo. Hurley *et al*. (2013) analisaram os efeitos da cafeína na dor muscular tardia após um exercício de flexão/extensão do cotovelo por um período de 24h, 48h, 72h, 96h e 120h em atletas universitários recreacionais, e foi visto que a cafeína atenuou o pico de dor muscular tardia após o exercício (24h-48h). Também de acordo com os achados citados anteriormente, Caldwell *et al*. (2017) analisaram a eficácia da cafeína na redução da dor e aumento da funcionalidade de membros inferiores após um evento de ciclismo de 164 km no calor em participantes de ambos sexos com experiência nesta modalidade. Neste estudo, a ingestão de cafeína reduziu significativamente a dor muscular das pernas durante os 3 dias de recuperação e também aumentou a funcionalidade no dia seguinte ao exercício. Todos estes estudos que analisaram os efeitos da ingestão da cafeína durante o período de recuperação, mostraram resultados positivos na atenuação da dor muscular tardia e demonstraram a eficiência da cafeína na analgesia. Porém, estes estudos se limitaram a

analisar os efeitos sobre a dor de início tardio não sendo analisadas os componentes centrais e periféricos da fadiga neuromuscular e de desempenho nos dias de análise.

Até o momento, a literatura não apresenta estudos que investigaram os efeitos da ingestão de cafeína sobre os componentes centrais e periféricos da fadiga, potência muscular e velocidade após uma sessão de treinamento de força com ênfase excêntrica. Deste modo, este estudo foi o primeiro a investigar a cinética da recuperação neuromuscular, potência muscular e velocidade em atletas saltadores e velocistas após uma sessão de treinamento de força com ênfase na ação excêntrica, além de analisar os efeitos da ingestão aguda de cafeína sobre estas variáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Verificar em atletas bem treinados os efeitos da ingestão aguda de cafeína na atenuação da fadiga neuromuscular e desempenho de potência e velocidade durante um período de 72h após uma sessão de treinamento de força com ênfase na ação excêntrica.

2.2 Específicos

- Analisar o efeito da ingestão aguda de cafeína sobre o comportamento da fadiga neuromuscular (central e periférica) e desempenho de potência e velocidade (salto contra movimento e corridas de 30m, 50m e 100m) após exercício de força com ênfase na ação excêntrica durante o período recuperativo de 24h, 48h e 72 h;
- Analisar o efeito da ingestão aguda de cafeína sobre marcadores de dano muscular (creatina quinase, dor de início tardio e contração voluntária máxima) após exercício de força com ênfase na ação excêntrica durante o período recuperativo de 24h, 48h e 72 h.
- Analisar a qualidade de recuperação após exercício de força com ênfase na ação excêntrica durante o período recuperativo de 24h, 48h e 72 h.

3 HIPÓTESE

O presente estudo tem como hipótese que a suplementação aguda de cafeína nas sessões de treinamento posteriores a uma sessão de treino de força com ênfase na ação excêntrica atenue os efeitos da fadiga neuromuscular e DOMS, auxiliando na recuperação do desempenho de potência e velocidade nas sessões de treinamento subsequentes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Amostra

Participaram do estudo 11 atletas de atletismo das modalidades de corridas de velocidade e saltos (idade 19.3 ± 3.0 anos; peso 69.9 ± 6.1 kg; estatura 180.6 ± 7.4 cm; percentual de gordura corporal 5.3 ± 27%). Para participação no estudo os indivíduos deveriam: 1) estar treinando há no mínimo um ano, cinco vezes por semana, com volume semanal de 12 - 15 horas; 2) ter participado de no mínimo duas competições no último ano; 3) ter experiência na execução dos exercícios propostos para treinamento e teste. Os participantes não poderiam: 1) ter históricos de lesões musculoesqueléticas recentes; 2) fazer uso de substâncias ergogênicas, suplementares ou medicamentos.

Todos os participantes e seus respectivos responsáveis foram informados dos procedimentos, possíveis riscos e benefícios da pesquisa antes do início dos testes e receberam as orientações para a participação na pesquisa. Os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e todos os protocolos e procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com parecer sob o número 60675416.6.0000.5208.

4.2 Desenho Experimental

Para este estudo foi utilizado um desenho experimental duplo-cego, placebo-controlado e contrabalançado. O estudo foi divido em 3 etapas (figura 1).

A primeira etapa consistiu de uma sessão de caracterização, na qual foi realizada a avaliação antropométrica (massa corporal, estatura e dobras cutâneas), bem como familiarização com procedimentos de contração voluntária máxima (CVM), estimulação elétrica e teste de uma repetição máxima (1RM) no meio agachamento com ênfase excêntrica.

Após 48h de intervalo, foi realizado o teste de 1RM e uma segunda familiarização com os procedimentos da CVM e estimulação elétrica.

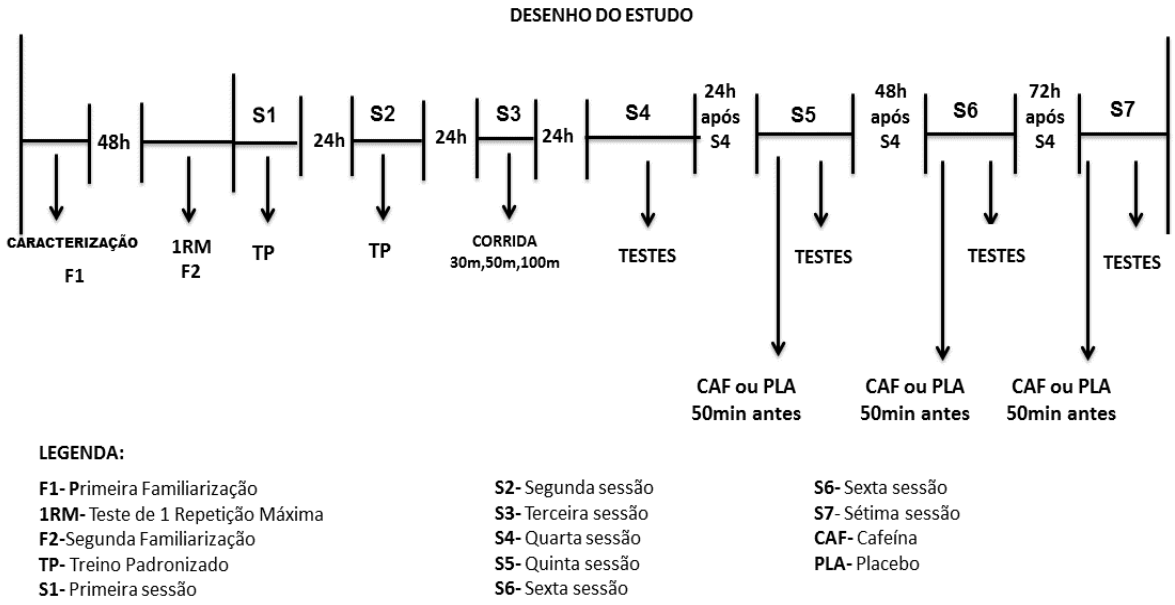
A segunda etapa teve início 96h após o fim da primeira etapa e foi composta por um ciclo de sete sessões (S1 a S7), intercaladas por um intervalo de 24h entre cada sessão (figura 1). Nas duas primeiras sessões (S1 e S2) os atletas realizaram uma sessão de treinamento padronizada de baixa intensidade de acordo com a especificação do treinamento de cada atleta. Na terceira sessão (S3) os atletas realizaram uma série de corridas de 30, 50 e 100 metros, com intervalos de 5, 7 e 10 minutos, respectivamente. Na quarta sessão (S4) os atletas responderam as escalas de qualidade total da recuperação (TQR) e a escala de intensidade da dor (EID) e na sequência foi realizado uma coleta sanguínea. Logo após, foram realizados os procedimentos de CVM e estimulação elétrica, bem como o teste de salto contra-movimento (SCM). Em seguida foi iniciado o protocolo de treinamento de força com ênfase na ação excêntrica, composto por 4 séries de 12 repetições de meio agachamento a 70% de 1RM com intervalos de dois minutos entre as séries. Imediatamente após o término do exercício, foram realizados novamente os procedimentos de CVM e estimulação elétrica, seguido pelo teste de SCM..

Nas 24, 48 e 72h procedidos da S4 foram realizadas a quinta, sexta e sétima sessão do bloco (S5, S6 e S7, respectivamente) (figura 2). Nessas sessões, inicialmente foi realizado a coleta sanguínea. Logo após, foi realizada a administração da suplementação de cafeína e ou placebo. Após 50 minutos de repouso, foram respondidos as escalas de TQR e EID, seguidos por um aquecimento e os procedimentos de CVM e estimulação elétrica. Após 5 minutos de intervalo foi realizado o teste de SCM e na sequência os atletas foram encaminhados para a pista de atletismo. Na qual realizaram a sessão de treino de velocidade, que consistia inicialmente de um aquecimento com 10 minutos de trote e 5 minutos de alongamentos. Ao final do aquecimento, os atletas realizaram 3 séries de corridas de 30m (3x30m), 50m

(3x50m) e 100m (3x100m). Após 168 horas (7 dias) necessários para o período de *washout*, foi iniciado o terceiro momento, sendo repetido o protocolo da segunda etapa. No entanto, para os indivíduos que fizeram a suplementação de cafeína neste momento foi administrado placebo e para os sujeitos que receberam placebo foi administrado cafeína.

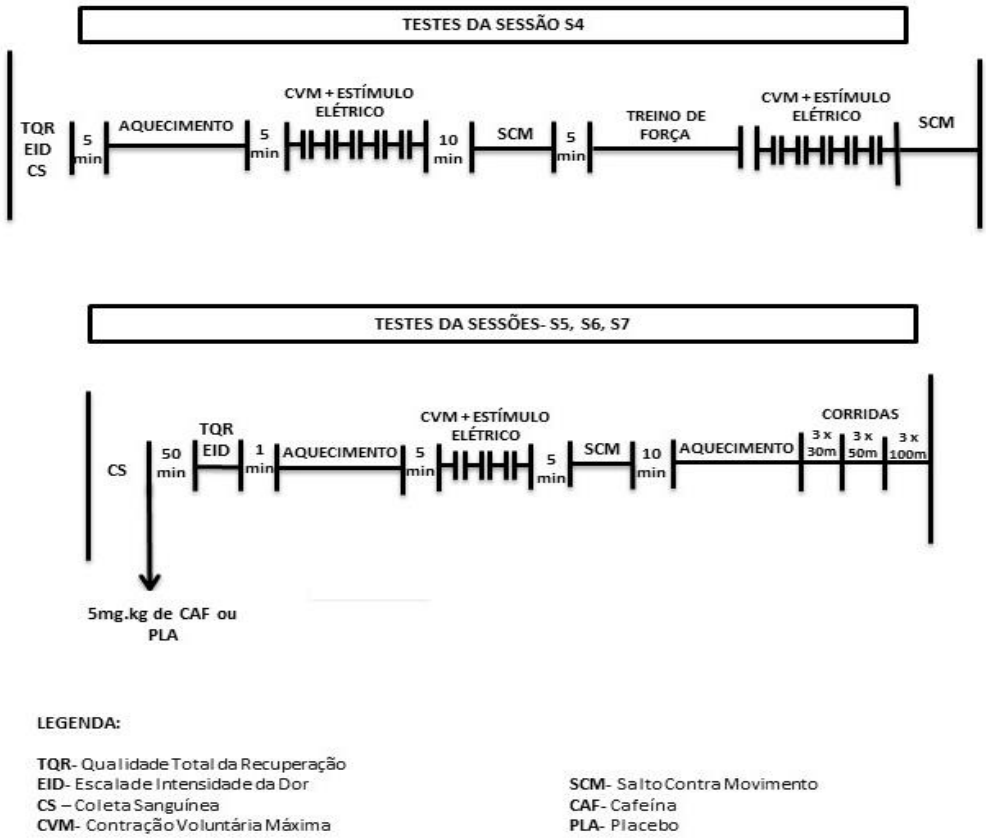
Todos os participantes foram instruídos a não consumirem alimentos e que contenham cafeína ou álcool por um período de 24 horas antecedendo os testes. Além disso, antes do início da segunda etapa cada participante recebeu um registro alimentar para fazerem o registro alimentar diário durante todo o ciclo (S1 a S7), para depois replicá-lo na terceira etapa.

Figura 1- Desenho geral do estudo



Fonte: MARIANO, 2018.

Figura 2 - Desenho dos testes das experimentais S4, S5, S6 e S7.



Fonte: MARIANO, 2018.

4.3 Teste de uma Repetição Máxima

Inicialmente foi realizada uma estimativa da carga inicial do teste, com base nos valores de carga que os atletas executaram durante a familiarização do teste de 1RM. Inicialmente foi realizada uma série de aquecimento (15 repetições) com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1RM. Após dois minutos de repouso o teste foi iniciado. Os indivíduos foram orientados a completar duas repetições. Caso as duas repetições não fossem completadas na primeira tentativa, uma segunda tentativa foi realizada, após um intervalo de recuperação de dois minutos, com uma carga inferior àquela empregada na tentativa anterior. No entanto, caso as duas repetições fossem completadas, após um intervalo de recuperação de dois minutos, era realizada uma nova

tentativa com uma carga superior àquela empregada na tentativa anterior. Os participantes tiveram cinco tentativas para identificação da carga máxima, conseguindo executar apenas uma repetição. A carga registrada como 1RM foi aquela na qual o participante conseguiu completar uma única repetição máxima (BROWN; WEIR, 2001).

O meio agachamento foi realizado com os participantes acoplados a um Tirante Musculador® (TMR-World, Barcelona, Espanha). Este acessório é uma tira flexível de material que se desdobra em dois círculos de tecido curvos para a colocação das pernas. A região central tem uma banda reforçada que é fixada em um poste vertical. O acessório estava ancorado em um poste à frente do sujeito e acima das articulações dos joelhos, permitindo mover o quadríceps femoral a um ângulo de 90 ° durante o meio agachamento. Esta técnica assegurou que os sujeitos realizaram o movimento com ênfase na fase excêntrica.

4.4 Teste de Contração Muscular Voluntária Máxima e Estimulação Elétrica

Um dinamômetro (EMG System, São José dos Campos, Brasil) foi utilizado para a mensuração da CVM de extensão de joelho da perna direita. Inicialmente os sujeitos realizaram um aquecimento que consistiu de 5 minutos de corrida e 4 contrações a 60% da CVM estimada, com intervalo de 30 segundos entre as contrações. Imediatamente após término do aquecimento, foi iniciado o protocolo de estimulação, que consistia em 6 CVM´s, com duração de 5 segundos cada e intervalo de 1 minuto entre elas. Estimulação de pulso simples (Qt_{wpot}) (frequência de 1Hz e duração de 80 µs) foi aplicado sobre o platô isométrico de força (estímulo superimposto) e aplicado novamente imediatamente após o término da CVM, seguida de mais 2 estimulações duplas (frequência de 10 ($Q_{tw10)}$ e 100 Hz ($Q_{tw100)}$ com duração de 50 e 10 µs, respectivamente), separadas por 2 segundos cada.

Os estímulos elétricos foram aplicados de forma transcutânea usando um estimulador de corrente constante (Neuro-TES, Neurosoft, Ivanovo, Rússia). O nervo femoral (localizado

no triângulo femoral – região inguinal) foi estimulado utilizando-se de um eletrodo adesivo de superfície total (Ambu Neuroline715, Ballerup, Dinamarca) posicionado no triângulo femoral. O ponto de estimulação foi marcado na pele para que pudesse ser utilizado novamente para as outras estimulações durante todo o protocolo. O eletrodo ânodo foi fixado na fossa glútea oposta ao cátodo. A intensidade do estímulo foi determinada durante a primeira sessão de familiarização e conferida antes de cada sessão experimental. A estimulação elétrica (frequência de 1Hz e duração de 80 μs) foi iniciada com intensidade de 100 volts, sendo incrementados 30 volts a cada 30 segundos, até alcançar a intensidade ótima de estimulação. A intensidade ótima de estimulação foi considerada alcançada quando um aumento na intensidade de estímulo não induzia aumento da amplitude de força produzida pelo músculo ou aumento de amplitude nos valores pico-a-pico da onda M. Essa intensidade foi aumentada em 20% para garantir que o estimulo fosse supramáximo.

O nível de ativação voluntária (%AV) foi calculado pelo método descrito por Merton (1953) pela fórmula:

$$AV = 100 - [d \times (CVM/CVM_{pos})/Q_{twpot}] \times 100$$

Sendo D a diferença entre o torque de força imediatamente antes do estímulo durante a contração (CVM) e o torque de força máxima (CVM_{pos}) atingida após estímulo superimposto, enquanto Qt_{wpot} é a força evocada imediatamente após o final da CVM (STROJNIK; KOMI, 1998).

4.5 Eletromiografia

Durante a CVM foi feito o registro da atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral, sendo registrado com uma taxa de amostragem de 20.000 Hz (Neuro-MEP-Micro, Neurosoft, Ivanovo, Rússia) utilizando eletrodos adesivos de monitoramento de superfície total (Ambu ® Neuroline 715, Ballerup, Dinamarca). A pele foi raspada e limpa com álcool

para reduzir a impedância da pele abaixo de 5 kΩ. Os eletrodos foram colocados de acordo com a Eletromiografia Superficial para a Avaliação Não-Invasiva de Padrões Musculares (HERMENS et al., 2000). O sinal EMG bruto foi retificado e filtrado com filtro passa banda Butterworth de segunda ordem com frequências de corte ajustadas em 20 e 500 Hz.

4.6 Exercício de Força

Foi realizado um exercício de quatro séries de 12 repetições com uma carga de 70% de 1RM do meio agachamento no TM (Figura 3), com dois minutos de intervalo entre as séries. Para a execução da repetição foi padronizado a angulação de 90° para as articulações envolvidas (quadril, joelho e tornozelo). Foi determinado o tempo de execução da repetição em 3 segundos (2 segundos para a fase excêntrica e 1 segundo para a fase concêntrica) controlado verbalmente pelo pesquisador responsável.

Figura 3 - Participante do estudo executando o exercício de meio agachamento com o Tirante Musculador®.

Fonte: MARIANO, 2018.

4.7 Corridas

Inicialmente os atletas realizaram um aquecimento com 10 minutos de trote e 10 minutos de alongamentos em uma pista de atletismo. Em seguida iniciaram 3 séries de corridas de 30m (3x30m), com intervalo de 5 minutos entre cada corrida, 3 séries de corridas de 50m (3x50m) com intervalo de 7 minutos entre cada corrida, e 3 séries de corridas de 100m (3x100m) com intervalo de 10 minutos entre cada corrida. O registro dos tempos de cada corrida foi realizado por sistema de fotocélulas (TC-System, Brower Timing System, USA).

4.8 Instrumentos de Medidas e Análises

4.8.1 Avaliação Antropométrica

Na avaliação antropométrica foram coletados a estatura, peso e dobras cutâneas (tórax, subescapular, abdominal e coxa). A densidade corporal foi estimada pelo protocolo de Jackson e Pollock (1978). Para determinação do percentual de gordura foi utilizada a fórmula de Siri (1961). Para as medidas antropométricas foram utilizados uma balança e estadiômetro Welmy®, adipômetro Cescorf® e uma fita métrica Cardiomed®.

4.8.2 Salto Vertical Contra Movimento

Para determinação da potência de membros inferiores dos participantes foi realizada a técnica de SCM, utilizando um tapete de contato modelo Jump System Pró 1.0 (CEFISE®), desenvolvido para medir o tempo de voo, o tempo de contato e a potência relativa. Foram realizados três saltos com intervalo de 10 segundos entre eles e utilizado a média dos três saltos para análise.

4.8.3 Percepção de Dor Muscular de Início Tardio

A Dor Muscular de Início Tardio foi mensurada através da EID (COOK, DANE et al., 1997) (ANEXO B). A escala numérica é expressa de 0 (nenhuma dor) a 10 (dor muito intensa, quase insuportável), sendo o sujeito instruído a escolher qualquer número de acordo com sua percepção de dor.

4.8.4 Percepção de Recuperação

A percepção de recuperação foi mensurada através da escala de Qualidade Total de Recuperação (TQR) (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998) (ANEXO C), apresentando os descritores numéricos de 6 a 20, sendo seis para "nada recuperado" e vinte para "totalmente bem recuperado". Todos os indivíduos foram familiarizados com a escala.

4.9 Análise Sanguínea

Foram coletados 8 ml de amostra sanguínea obtidas da veia antecubital por punção venosa. O sangue foi coletado em tubos contendo heparina, imediatamente centrifugados para separação do plasma. A concentração plasmática de creatina quinase (CK) foi determinada utilizando kits comerciais (CK-NAC Liquiform, Labtest Diagnostic S.A., Minas Gerais, Brasil), a leitura da reação foi realizada por um analisador automático.

4.10 Análise Estatística

Foi realizada uma análise estatística descritiva de todas as variáveis com determinação da média e desvio padrão, como medidas de tendência central e de dispersão. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para determinar a normalidade dos dados. Os parâmetros da função neuromuscular (CVM, ativação voluntária, EMG, Qt_{wpot} , 10 e 100) testes de performance (SCM e corridas), TQR e análise sanguínea foram analisados usando a ANOVA de dois

caminhos para medidas repetidas [condição (PLA, CAF) x tempo (pré, pós, 24h, 48h, 72h)] e para analisar as diferenças entre os grupos e o tempo das sessões quando necessário, foi utilizado o Teste post hoc de Ducan. A dor muscular foi analisada utilizando ANOVA de Friedman com teste de Wilcoxon, devido à distribuição não paramétrica dos dados. Em todas as análises foi adotado o nível de significância de $P < 0.05$. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software STATISTICA (StatSoft, USA).

5 RESULTADOS

Original investigation

EFFECT OF CAFFEINE INTAKE ON RECOVERY OF NEUROMUSCULAR FUNCTION AND POWER AFTER RESISTANCE TRAINING WITH ECCENTRIC EMPHASIS

Ana Carla Santos Mariano[1], Fabiano Tomazini[1], Daniel Boari Coelho[2], Rômulo Bertuzzi[3], Fernando Roberto De-Oliveira[4], Adriano Eduardo Lima-Silva[1,5]

[1]Sport Science Research Group, Federal University of Pernambuco, Pernambuco, Brazil

[2]Center for Engineering, Modeling and Applied Social Sciences, Federal University of ABC, São Paulo, Brazil

[3]School of Sport and Physical Education, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

[4]Department of Physical Education, Federal University of Lavras, Minas Gerais, Brazil

[5]Human Performance Research Group, Technological Federal University of Parana, Parana, Brazil

Corresponding Author:

Ana Carla Santos Mariano

Sports Science Research Group, Department of Physical Education and Sports Science (CAV), Federal University of Pernambuco, Alto do Reservatório street, Bela Vista, Vitória de Santo Antão, Pernambuco, 55608-680, Brazil.

Phone: +55-81-3523-3351

E-mail address: carlamariano@live.com

ABSTRACT

Purpose: This study investigated the effect of caffeine on recovery of neuromuscular function, power and velocity over a 72-h period after a resistance training session. **Methods:** Using a randomized, crossover, and double-blind design, eleven young well-trained jumpers and sprinters men athletes (age: 18.7 ± 2.7 years) performed a resistance training session with emphasis on eccentric action (half-squat exercise, 4 x 12 repetitions at 70% of 1 RM). Athletes ingested either a placebo or 5 $mg.kg^{-1}$ body mass of anhydrous caffeine at 24h, 48h, and 72h post-exercise. Neuromuscular function and muscle power were assessed before and after training, and at 24h, 48h and 72h post-exercise. Velocity was measured at baseline and at 24h, 48h and 72h post-exercise**. Results:** The maximal voluntary contraction (overall fatigue), voluntary activation (central fatigue) and twitches torques (peripheral fatigue) were all reduced after training ($P < 0.05$), but were all already recovered into 24h ($P > 0.05$). The neuromuscular function was not affected by caffeine ingestion ($P>0.05$). However, caffeine intake resulted in a significant improvement in jump height and power compared with placebo ($P < 0.05$) at 48 h and 72 h after the training ($P < 0.05$). Velocity was not altered throughout the experiment and not different between caffeine and placebo ($P > 0.05$). Perception of pain, recovery and effort were also not affected by caffeine. **Conclusion:** In conclusion, caffeine intake resulted in an improvement on muscle power performance in jumpers and sprinter athletes after a resistance training session with emphasis on eccentric action.

Key words: neuromuscular fatigue, muscle power, velocity, athletic.

INTRODUCTION

Strength training with eccentric emphasis has been used by sprinters and jumpers athletes to provoke sarcomeric hypertrophy in-series, which is believed to increase velocity of contractions (2,3). However, training with eccentric emphasis increases muscle damage by increase sarcoplasmic rupture, dilation of the transverse tubule system, myofibrillar component distortion, and sarcoplasmic reticulum fragmentation (4,5). Because of these structural changes, there is a gradual increase in muscle pain peaking at 24h and 48h after the training, the so-called delayed onset muscle soreness (DOMS). Increased muscle damage and DOMS might carry for exacerbated neuromuscular fatigue, which will reduce the recovery for subsequent training sessions.

Nevertheless, only a few studies investigated the time course of neuromuscular recovery after eccentric exercise (7–9). While it has been consistently demonstrated that DOMS peaks at 48h after the exercise, the effect of eccentric actions on neuromuscular fatigue is more variable. Maximal voluntary contraction (MVC), an indicator of overall fatigue, can remain reduced from 24h to 8 days or more (7). Central fatigue, measured by voluntary activation (VA) via twitch interpolated technique, recoveries within 24h to 72h (7,9–11), while twitch torque (an indicator of peripheral fatigue) recoveries in 24h (9,11), 48h (10) or even more than 8 days (7). Part of these inconsistencies might be due to different protocols to induce muscle damage in different muscles. More important, muscle damage has been induced by one-legged downhill running (9), backward downhill walking (11) or concentric-eccentric isokinetic contractions (10) in non-athletes volunteers. This may have a different time course when investigating well-trained strength and power athletes and when a traditional, routinely applied strength exercise is used to induce muscle damage (e.g. squat exercise). Therefore, the kinetics of recovery of the central and peripheral fatigue after an exercise with eccentric emphasis is underexplored and deserves investigation.

Because it is important to speed up recovery from one session to another, athletes and coaches also search for strategies to attenuate the fatigue during the subsequent training sessions (12). In this sense, the caffeine (1,3,7-trimethylxanthine) seems to be a promise alternative because it acts in the central nervous system (CNS) as a potent adenosine receptor antagonist, maintaining neuronal excitability and counteracting central fatigue (13). Caffeine has also analgesic properties that could reduce the perception of pain during exercise (14,15). In addition, peripherally caffeine can also improve excitation-contraction coupling by increasing calcium release/reuptake and Na^+-K^+ ATPase pump activity (16,17). Considering these central and peripheral effects of caffeine, it could be an effective alternative to be used prior training sessions in which athletes were only partially recovered from previous training with an eccentric emphasis.

Therefore, the first aim of the present study was to investigate the time course of DOMS, central and peripheral components of neuromuscular fatigue, power and sprint performance after a squat exercise with eccentric emphasis. The second aim was to investigate whether caffeine would alter the time course of the aforementioned variables. We hypothesized that a squat exercise with eccentric emphasis would cause DOMS and neuromuscular fatigue, which will impair subsequent training sessions. We also hypothesized that acute caffeine intake before subsequent training sessions would attenuate the negative effects caused by previous squat exercise with eccentric emphasis.

Materials and Methods

Participants

Eleven young men, well-trained sprinters and jumpers, participated in this study (age: 18.7 ± 2.7 years, body mass: 69.9 ± 6.4 kg, height: 180.7 ± 7.7 cm). The inclusion criteria were as follows: (a) free from neuromuscular and musculoskeletal disorders; (b) had at least

12 months of experience with athletic training; (c) had been training 5 to 6 times per week, with a 12- to 15-hours training volume per week and; (d) had been involved in national or international competitions in the last year before the study. The participants and the legal representative of minor participants were informed prior to the beginning of the study about the procedures and signed out a written informed consent. The study was conducted according to the *Declaration of Helsinki* and was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Pernambuco.

Experimental design

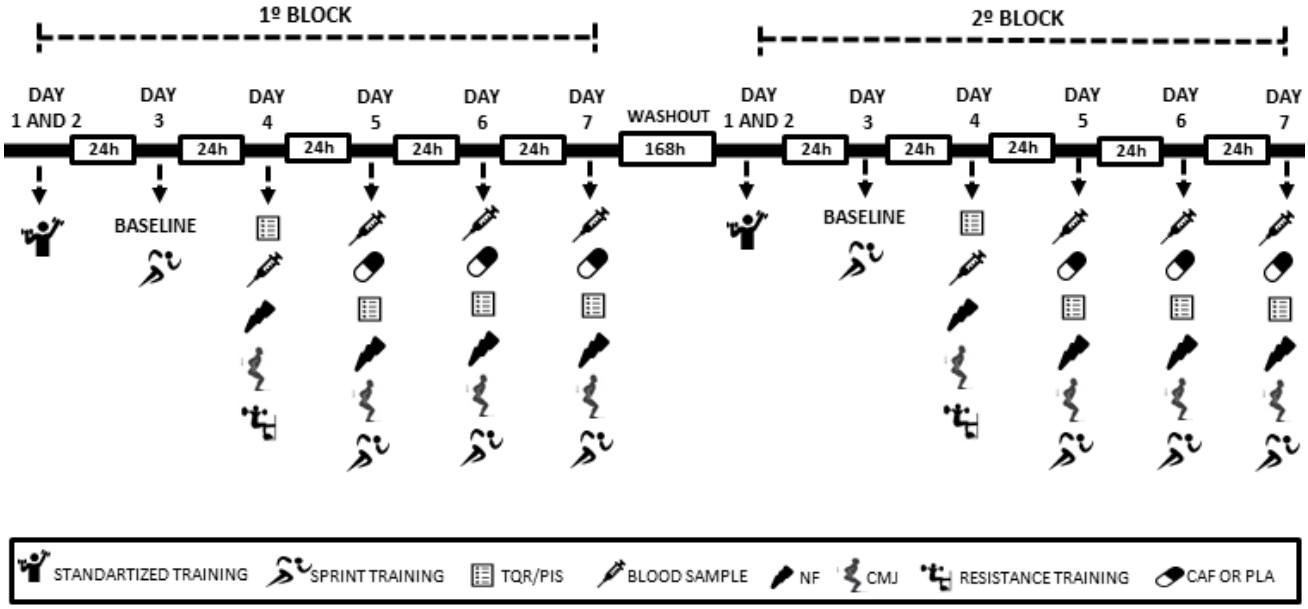
In the first visit, anthropometric measurements were taken and participants were familiarized with the experimental procedures (assessment of neuromuscular function and maximal dynamic strength in half-squat). Forty-eight hours later, participants performed a second familiarization with the neuromuscular function, and performed a one-repetition maximum strength test with half-squat exercise (1RM).

Participants them started a first block of training and testing sequence (Fig 1). In the first two days, they performed a standardized low-intensity training session. In the third day (baseline), participants performed one set of sprints (30m, 50m, and 100m) in an athletic track. In the fourth day, initially was collected blood sample, DOMS and total quality of recovery and the neuromuscular function and vertical countermovement-jump test (CMJ) were collected before and after a serie of resistance training in squat exercise with emphase on excentric action (see below for details). During the next three days (days 5, 6 and 7), blood sample was collected in sequence the participants ingested 5 $mg.kg^{-1}$ body mass of caffeine (CAF) or cellulose (PLA) and neuromuscular function, CMJ, DOMS and total quality of recovery were assessed 50 min after the ingestion. Participants performed a sprint training session 60 min after the ingestion within each day. After a 7-day washout period to avoid any

effect of residual fatigue, participants repeated the block of exercise and testing, but whom had ingested caffeine in the first block ingested placebo in the second one, and whose had ingested a placebo in the first one ingested caffeine in the second one. The order of CAF and PLA ingestion were randomized and counterbalanced and offered in a double-blind matter.

All tests were performed at the same time of day to avoid any effect of the circadian variation. Participants refrained from alcohol and caffeinated beverages throughout the experimental block. Participants were also instructed to record their food and drink intake starting 48h before the first experimental visit until the last experimental visit of the first block and to replicate this in the next block. Participants consumed their last meal two hours before each test session.

FIG 1: Timeline of the study. TQR, Quality of Recovery; PIS, Pain Intensity Scale; ; NF, neuromuscular function; CMJ, countermovement jump test; CAF, caffeine; PLA, placebo.



Maximum dynamic strength half-squat test

The 1RM half-squat was performed with participants coupled to a *Tirante Musculador*® (TMR-World, Barcelona, Spain). This accessory is a flexible strip forming two circles like an "8" to be attached in both legs. The central region has a band that was anchored

to a fixed post and the flexible strip attached below participants' knees, allowing the femoral quadriceps move at a 90° angle during the half squat. This technique ensured that participants performed the movement with an emphasis in the eccentric phase, as previously reported (18). The participants performed 15 repetitions at ~ 50 % of the estimated 1RM for warm up. After that, participants rested for 2 min before performing five trials to achieve the 1RM load (i.e., the maximum weight that could be lifted once using the proper technique), with a 2-min interval between the attempts.

Resistance training

A warm-up of 15 repetitions at 50% of 1RM was performed. After a 2-min rest, participants performed 4 sets of 12 repetitions at 70% of 1RM, with 2-min rest between sets. The angulation of the involved joints (hip, knee, and ankle) was standardized at 90° in the eccentric phase of the half squatting. The execution time of each repetition was controlled in 3 seconds (2 seconds for the eccentric phase and 1 second for the concentric phase) using a metronomer. The eccentric action was emphasized by participants performing the half squat using a *Tirante Musculador*®, as detailed above.

Neuromuscular function assessment

The neuromuscular function was assessed with the participants seated on a custom-made bench with their trunk and thigh angles of 120º and the knee joint angle set at 90°. A non-compliant cuff attached to a calibrated linear strain gauge was fixed to the right ankle superior to the malleoli for force measurement (EMG System of Brazil, São Jose dos Campos, Brazil). Monopolar 0.5-cm diameter cathode electrode for electrical stimulation (Ambu® Neuroline 715, Ballerup, Denmark) was positioned 3-5 cm below the inguinal ligament. The

anode was positioned on the gluteal fold opposite to the cathode. The position of the electrodes was marked with indelible ink to ensure identical placement at subsequent visits.

The optimal intensity of stimulation was determined by percutaneous electrical nerve stimuli (1 Hz and 80 μs duration) applied to the femoral nerve of the right thigh using an electrical stimulator (Neuro-TES, Neurosoft, Ivanovo, Russia). The intensity of stimulation began with 100 volts and increased 30 volts every 30 s until the occurrence of the plateau in the compound muscle action potential (M_{wave}) and quadriceps contraction potential (Q_{tw}). The optimal intensity of stimulation was determined in the first visit and checked before every subsequent visit.

The neuromuscular function assessment (except immediately after the resistance training) was precluded by a 5-min jogging and 4 x 5-s isometric contractions of knee extension at ~60% of maximal subjective isometric force (30-s rest between contractions) for warm up. The neuromuscular function protocol consisted of 6 x 5-s of maximal isometric voluntary contraction (MVC) of quadriceps interspaced for 60 s between each contraction. Stimulus of 1 Hz (80 μs) was applied during each MVC (superimposed twitch) at the plateau in isometric force. Potentiated quadriceps twitch torque evoked by 1 Hz (Q_{twpot}), and paired pulses at 10 Hz (Q_{tw10}) and 100 Hz (Q_{tw100}) were elicited 2, 4 and 6 s after each MVC, respectively.

The VA was measured by the following equation as previously suggested (20):

$$\%VA = (1 - \text{superimposed} / Q_{twpot}) \times 100$$

where *superimposed* is the difference between the force level just before, and peak force after superimposed twitch.

Electromyography muscle activity

The EMG of the *vastus lateralis* was recorded using bipolar electrodes (Ambu ® Neuroline 715, Ballerup, Denmark) positioned as previously standardized (HERMENS et al., 2000) The skin was scraped and cleaned with alcohol to reduce the skin impedance below 5 kΩ. The raw EMG signal was sampled at 20 kHz (Neuro-MEP-Micro, Neurosoft, Ivanovo, Russia), filtered with a second order Butterworth bandpass filter (20-500 Hz). Root mean square (RMS) was calculated from the data of the 250 ms before the electrical stimulation during each MVC (RMS_{MVC}).

Vertical countermovement jump test

Participants were familiar with CMJ because they were used to perform in their training routine. The participants started in a standing position, dropped to a squatting position and jump upwards as high as possible. The jumps were performed with hands on hips. The CMJ was measured using a contact mat (Jump System Pro, Cefise, São Paulo, Brazil), was used, with the analysis being performed using Jump System 1.0 software (Cefise, São Paulo, Brazil). The jumps were performed three times (10-s interval) and the mean outcomes used for further statistical analysis.

Sprint performance

Training sessions started with a 20-min warm up (10 minutes running + 10 minutes of stretching). Then, participants performed: 1) 3 sets of 30m sprints, with a 5-min rest between sets; 2) 3 sets of 50m sprints, with a 7-min rest between sets and; 3) 3 sets of 100m sprints, with a 10-min rest between sets. They were instructed to run as fast they could. Participants

performed 10 minutes of running and stretching after training for cool down. The sprints time were monitored with photocells (TC-System, Brower Timing System, US).

Blood sample

Blood samples (8 ml) were obtained from the antecubital vein by venepuncture. The blood was collected into tubes containing heparin, immediately centrifuged for plasma separation. The plasma creatine quinase (CK) concentration was determined using commercial kits (CK-NAC Liquiform, Labtest Diagnostic S.A., Minas Gerais, Brazil) with the reaction reading in an automatic analyzer.

Delayed onset muscle soreness and quality of recovery

The DOMS was measured through the Pain Intensity Scale presenting the numerical descriptors from zero (no pain) to 10 (very intense pain, almost unbearable) (22). The perception of recovery was measured through the Total Quality of Recovery scale, presenting the numerical descriptors from six to 20, where six is "nothing recovered" and 20 is "fully recovered" (23). Participants were familiar with these scales because they used them during their training routine.

Statistical analyses

The Shapiro-Wilk test was performed to determine the normality of the data. The neuromuscular function parameters (MVC, VA, M wave, Qt_{wpot}, 10, and 100 Hz), CMJ, sprint performance, CK, and quality of recovery were analyzed using a two-way repeat-measures ANOVA [supplement (PLA and CAF) x time (pre, post, 24h, 48h, and 72h)], with Duncan *post hoc* test being used where necessary. The DOMS were analyzed using Friedman ANOVA followed by Wilcoxon test because it was not normally distributed. The statistical

significance was accepted at $P < 0.05$. Statistical analyses were performed using the software STATISTICA (StatSoft, USA).

RESULTS

Delayed pain, recovery quality and muscle damage

The perception of pain increased from pre resistance training to 24h post exercise, and remained above pre training values until 72 h after (main effect of time, $P = 0.002$), being classified as "mild to moderate pain" (Table 1). The recovery status was always incomplete at 24h, 48h and 72h post exercise, when compared to pre-exercise (main effect of time, $P < 0.0001$, Table 1). The CK increased only at 48h and 72h after the resistance training (main effect of time, $P < 0.0001$, Table 1). There was no effect of supplement for all these variables ($P > 0.05$).

TABLE 1: Perception of pain, recovery, and creatine quinase levels at pre exercise, and at 24h, 48h, and 72h after a half-squat resistance training with eccentric emphasis in placebo and caffeine conditions.

	PLA				CAF			
	PRE	24h	48h	72h	PRE	24h	48h	72h
PAIN (score)	0.6 ± 0.3	2.3 ± 0.5*	1.9 ± 0.4*†	3.0 ± 0.5*	0.9 ± 0.3	2.3 ± 0.5*	2.0 ± 0.5*	2.2 ± 0.4*
RECOVERY (score)	17.4 ± 0.5	15.6 ± 0.5*	15.2 ± 0.7*	14.8 ± 0.8*	17.8 ± 0.5	16.2 ± 0.5*	14.7 ± 0.5*	15.0 ± 0.6*
CK (U/L)	356.60 ± 69.61	381.90 ± 43.11	481.40 ± 66.34*	491.60 ± 73.15*	320.50 ± 46.97	337.90 ± 45.59	496.80 ± 55.66*	497.33 ± 51.74*

Values are expressed as mean ± SEM. $P<0.05$. PLA, placebo; CAF, caffeine; CK, creatine quinase.*Significantly different from pre exercise in both conditions; † Significantly different from 72h for placebo condition.

Neuromuscular function

The MVC decreased significantly from pre to post resistance training (-11%), but was fully recovered 24 h after (main effect of time, P = 0.005, Fig 2). Similarly, markers of peripheral fatigue (Qt_{wpot}, Qt_{w10}, and Qt_{w100}) decreased significantly with resistance training (-28%, -35%, and -12%, respectively), but were all fully recovered 24 h after (main effect of time, P = 0.0001, Fig 2). However, Qt_{w100} was slightly increased at 48h and 72h in comparison to pre exercise ($P < 0.01$). No time effect was found for VA and RMS (main effect of time, P = 0.08, Fig 2). Caffeine had no effect on any neuromuscular function parameters ($P > 0.05$).

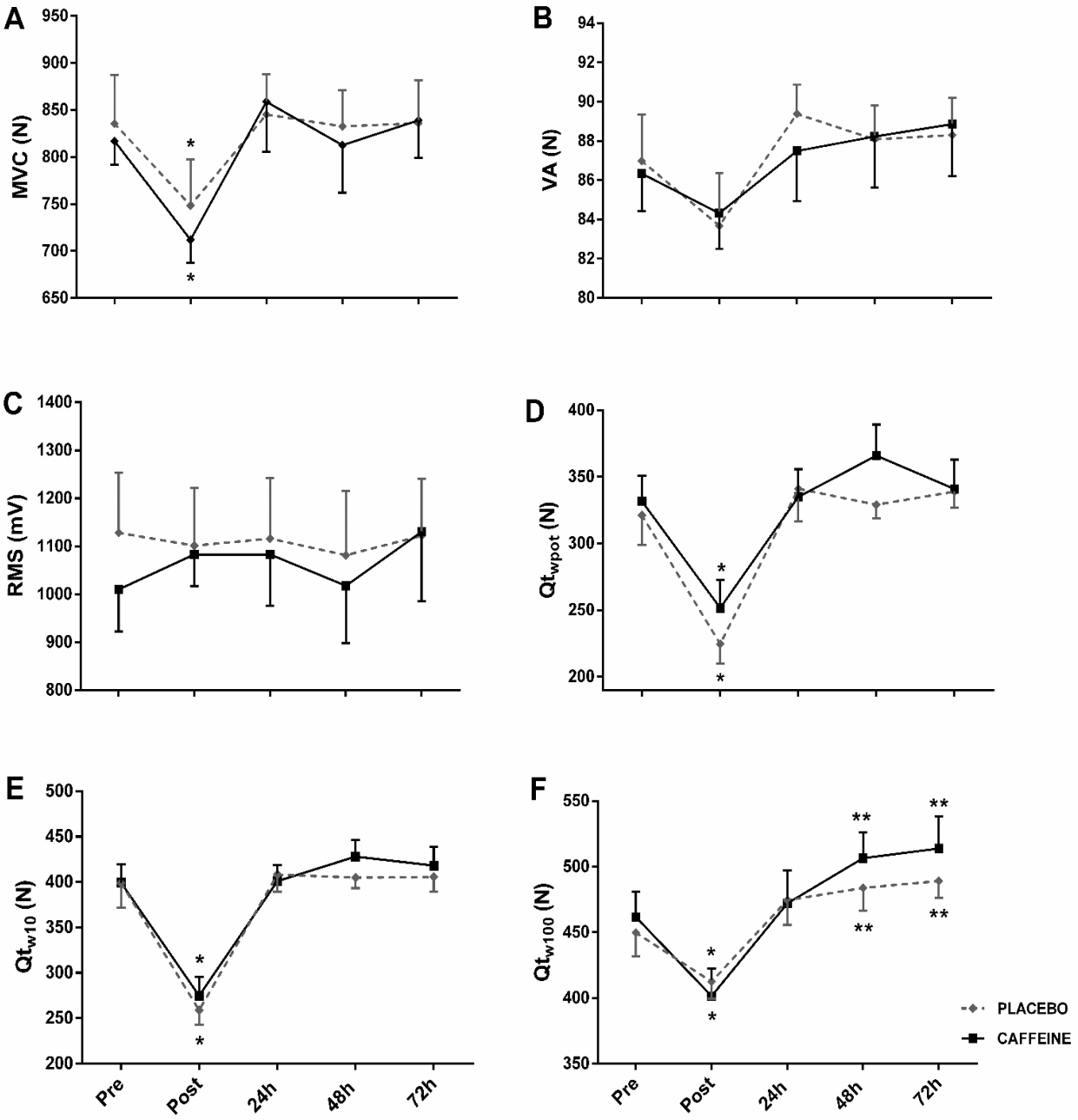


FIG 2- Neuromuscular function assessed before and after a half-squat resistance training with eccentric emphasis, and 24h, 48h and 72h after with placebo (PLA) and caffeine (CAF) supplementation. Values are expressed as mean ± SEM. A: MVC, maximal voluntary contraction; B: VA, voluntary activation; C: RMS, root mean square, D: Qt_{wpot} single stimulation (potentiated twitch); E: Qt_{w10} paired stimulations of 10Hz with 100-ms interval; F: Qt_{w100} paired stimulations of 100Hz with 10-ms interval. *Significantly lower than pre exercise, 24h, 48h, and 72h post exercise in both conditions; **Significantly higher than pre and post exercise in both conditions.

Power and sprint performance

There was a significant supplement x time interaction for CMJ performance (P = 0.04, Fig. 3), with values at 24h higher than pre and post exercise in both supplements, but remaining elevated at 48h and 72 h only with caffeine ingestion (P < 0.01, Fig. 3). The CMJ performance was also higher in caffeine than in placebo at 24 and 48 h (P < 0.01, Fig. 3). The sprint performance was not affected by either time or supplement (P > 0.05).

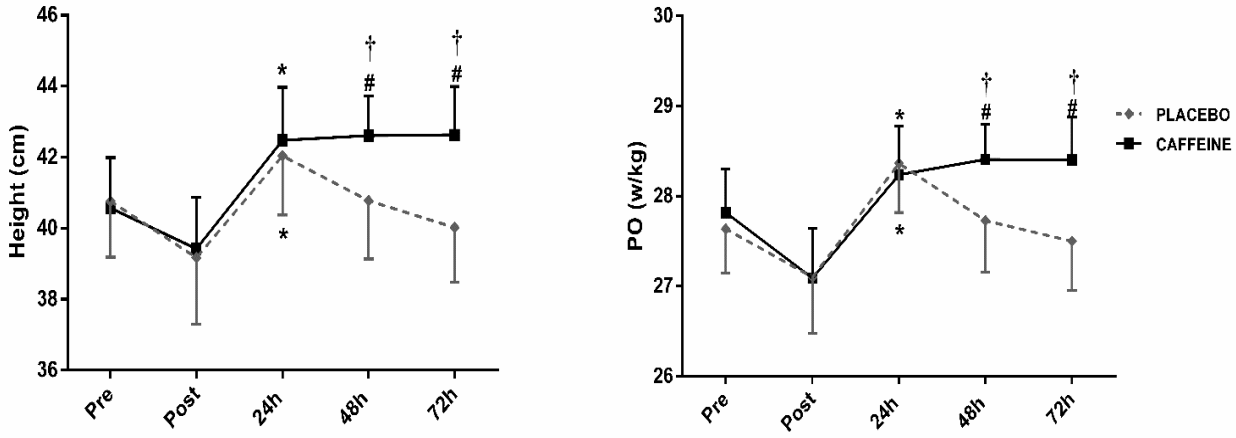


FIG 3: Height (left) and power (right) during a countermovement jump test performed at pre and post a half-squat resistance training with eccentric emphasis, and 24h, 48h, and 72h after with placebo (PLA) and caffeine (CAF) supplementation. Values are expressed as mean ± SEM. PO, Power. *Significantly higher than pre and post exercise in both conditions; #Significantly higher than pre and post exercise only in caffeine condition; †Significantly higher than placebo at the same time point.

TABLE 3: Sprint performance at baseline, and at 24h, 48h and 72h of recovery with placebo and caffeine supplementation after a half-squat resistance training with eccentric emphasis.

	PLA				CAF			
	BASELINE	**24h**	**48h**	**72h**	**BASELINE**	**24h**	**48h**	**72h**
30m ($m.s^{-1}$)	6.78 ± 0.07	6.56 ± 0.13	6.75 ± 0.12	6.65 ± 0.08	6.72 ± 0.06	6.70 ± 0.12	6.78 ± 0.10	6.55 ± 0.11
50m ($m.s^{-1}$)	7.48 ± 0.10	7.49 ± 0.13	7.54 ± 0.16	7.26 ± 0.10	7.58 ± 0.06	7.42 ± 0.11	7.49 ± 0.11	7.27 ± 0.10
100m ($m.s^{-1}$)	7.89 ± 0.15	7.89 ± 0.10	7.88 ± 0.11	7.81 ± 0.11	7.98 ± 0.10	7.85 ± 0.13	8.05 ± 0.12	7.80 ± 0.15

Values are expressed as mean ± SEM. P<0.05. PLA, placebo; CAF, caffeine.

DISCUSSION

The purpose of this study was to investigate the time course recovery of DOMS, neuromuscular function, muscle power and sprint performance after a squat exercise with eccentric emphasis, and whether caffeine could ameliorate the performance during subsequent training sessions. Our findings indicate that although markers of DOMS and muscle damage (CK and pain feeling) remain elevated 72 h after the resistance training, central and peripheral fatigue are recovered within 24 h after the exercise and muscle power and sprint performance preserved throughout the recovery. While caffeine ingestion had no effect on neuromuscular function and sprint performance, muscle power (as measured by CMJ) was largely improved with caffeine during the late phase of the recovery (48 h and 72 h after resistance training).

The DOMS and CK levels exhibit a low increase at 72h after resistance training. This increase can´t only justified for resistance training. But, is importantly consider that participants continued training in 24h to 72h moment after resistance training, with sprint performance tests. Therefore, increases in DOMS and CK are a consequent factor.

Resistance training with eccentric emphasis provoked considerable level of peripheral but not central fatigue, as evidenced by reduction in Qt_{wpot}, Qt_{w10} and Qt_{w100} but not VA

immediately after the squat. However, neuromuscular function was fully recovered 24 h after the exercise. This study was realized with athletes well trained, because of their acute and chronic exercise-induced physiological adaptations, mechanical, and biochemical changes the athletes respond differently to training stress, and to the following recovery, compared with non-athletes (26,27). These facts indicate that well-trained athletes can perform a maximum performance and still recover neuromuscular function in a short period, even with DOMS and perception of incomplete recovery.

The caffeine supplementation had no positive or additive effects when compared to the placebo condition in DOMS, the quality of the participants' recovery, and CK levels. Demonstrating that caffeine intake not resulted in analgesic effects on participants. Our findings are in accordance with studies by Astorino, (43,44) in which we also did not see alterations in the perception of muscle pain with caffeine intake compared to placebo, opposing most of the previous data.

Caffeine intake did not impact on neuromuscular function. These findings agree with previous studies, in which the ability to voluntarily activate the muscle, generate peak force, and the contractile properties after a fatiguing task were not affected by caffeine (24,25). According to Sawynok, the effects of caffeine appears evident, especially in conditions of fatigue, stress and high workload (28). However, the protocol of exercise utilized not caused elevated levels of fatigue, muscle damage and stress for a long period (24-72 hours). Although some studies have shown positive effects of caffeine on neuromuscular performance, the literature has conflicting results. The difference between methodological models, training level, types of sports modalities and doses, makes it difficult to interpret the results of the investigations (17,38,45). These results present a variability in the physiological and ergogenic responses in the individuals after the supplementation of acute doses.

The beneficial caffeine effect too was not evidenced in the sprints performance. It was not identified changes in the performance time of 30m, 50m and 100m sprint after caffeine intake. Similar data have been no reported improve in repeated sprint performance with caffeine intake (29,30). These findings are in agreement with the findings of Foskett (29), during a study realized with soccer players, in which the performance in sprints of 15m and in the CMJ it were evaluated after caffeine intake. The results showed no improved in sprints performance and the caffeine had only positive effects in the CMJ. In the CMJ analysis, the increase of 3.48% and 4.98% in jump height and 1.9% and 2.2% in the relative power in the period of 48h and 72h, respectively, were evidenced in caffeine condition compared to placebo. Our results are consistent with other studies evaluating the effects of caffeine alone and caffeine containing energy drink with dosage containing 3-6 mg. kg^{-1} of caffeine in other sports. Theses study demonstrate an increase (2.1-6%) in the high jump and (3.8-8.9%) in the muscle power (29,31–38). The exact mechanism responsible for the effect of caffeine on vertical countermovement jump performance is not clear. This changes could be explained partially for the action by caffeine in the central nervous system (10,13). Because it is an adenosine receptor antagonist, caffeine can block the inhibitory action of adenosine on neural excitability and synaptic transmission, thereby reducing the impact of adenosine on CNS (39,40). The supraspinal excitatory effect of caffeine may increase recruitment of motor units and rate coding (10,41). This improvement in supraspinal excitability may increase the recruitment of large muscle groups that are more difficult to be recruit (42). In addition to the improvement of inter and intramuscular coordination also due to the greater recruitment of the motor unit, resulting in the increase of the capacity of muscular contraction and production of force (38,41). The time duration of action and the simplicity of the technique of jumps could be justified why differences were noted in CMJ but not in sprints performance (29).Though the increase of leg muscles power did not improve increased in sprint performance in this

study, the ability to generate greater muscle power e maintenance of strength after caffeine ingestion may have considerable practical relevance to jumpers athletes with regard to functional explosive activities of modality.

This inconsistency in the results makes it necessary to investigate the different applications in the sports context in order to more clearly demonstrate the effects of caffeine intake. In addition, the training-induced adaptations may also justify the difference in psychophysiological responses following acute caffeine supplementation in athletes.

CONCLUSION

The findings of the present investigation demonstrated that a squat training session with an eccentric emphasis only caused peripheral fatigue immediately after exercise, and athletes were partially recovered with a 24-hour recovery. This study also indicated indicate that 5 $mg.kg^{-1}$ of anhydrous caffeine improves jump performance during the recovery after a strength training with emphasis in eccentric action. However, neuromuscular function, sprints performance and perceived pain or quality recovery were not modified by caffeine intake in jumpers and sprinters athletes.

PRACTICAL APPLICATIONS

Our data indicate that caffeine (5 $mg. kg^{-1}$) improve muscle power and high jumps in the countermovement jump performance in jumpers and sprinters athletes of track and field. For jumpers, improving or maintaining muscle power is crucial in performance in technical training and competitions. The use of caffeine as an ergogenic resource, can be an effective strategy for these athletes, especially in competitive periods. However, it is still necessary to investigate the main mechanism of action of caffeine related to the improvement of jumping performance.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their gratitude to the athletes who volunteered to participate in this study. The authors have no conflicts of interest financial or otherwise, are declared by the authors.

REFERENCES

1. Marián V, Katarína L, Dávid O, Matúš K, Simon W. Improved maximum strength, vertical jump and sprint performance after 8 weeks of jump squat training with individualized loads. J Sport Sci Med. 2016;15(3):492–500.
2. Cook CJ, Beaven CM, Kilduff LP. Three weeks of eccentric training combined with overspeed exercises enhances power and running speed performance gains in trained athletes. J Strength Cond Res. 2013;27(5):1280–6.
3. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med. 2009;43(8):556–68.
4. Enoka RM. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. J Appl Physiol. 1996;81(6):2339–46.
5. Stauber WT. Eccentric action of muscles: physiology, injury, and adaptation. Exerc Sport Sci Rev. 1989;17(February 1989):157–85.
6. Twomey R, Aboodarda SJ, Kruger R, Culos-Reed SN, Temesi J, Millet GY. Neuromuscular fatigue during exercise: Methodological considerations, etiology and potential role in chronic fatigue. Neurophysiol Clin Neurophysiol. 2017;47(2):95–110.
7. Prasartwuth O, Taylor JL, Gandevia SC. Maximal force , voluntary activation and muscle soreness after eccentric damage to human elbow flexor muscles. 2005;1:337–

48.

8. Goodall S, Thomas K, Barwood M, Keane K, Gonzalez JT, St Clair Gibson A, et al. Neuromuscular changes and the rapid adaptation following a bout of damaging eccentric exercise. Acta Physiol. 2017;220(4):486–500.
9. Carmichael MD, Davis JM, Murphy EA, Brown AS, Carson JA, Mayer E, et al. Recovery of running performance following muscle-damaging exercise : Relationship to brain IL-1 b. 2005;19:445–52.
10. Behrens M, Mau-Moeller A, Weippert M, Fuhrmann J, Wegner K, Skripitz R, et al. Caffeine-induced increase in voluntary activation and strength of the quadriceps muscle during isometric, concentric and eccentric contractions. Sci Rep. 2015;5(10209).
11. Racinais S, Bringard A, Puchaux K, Noakes TD, Perrey S. Modulation in voluntary neural drive in relation to muscle soreness. Eur J Appl Physiol. 2008;102(4):439–46.
12. Rattray B, Argus C, Martin K, Northey J, Driller M, Fox E. Is it time to turn our attention toward central mechanisms for post-exertional recovery strategies and performance ? 2015;6(3).
13. Davis JM, Zhao Z, Stock HS, Mehl KA, Buggy J, Hand GA. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2003;284(2):R399-404.
14. O'Connor PJ, Motl RW, Broglio SP, Ely MR. Dose-dependent effect of caffeine on reducing leg muscle pain during cycling exercise is unrelated to systolic blood pressure. Pain. 2004;109(3):291–8.
15. Motl RW, O'Connor PJ, Dishman RK. Effect of caffeine on perceptions of leg muscle pain during moderate intensity cycling exercise. J Pain. 2003;4(6):316–21.
16. Allen DG, Westerblad H. The effects of caffeine on intracellular calcium, force and the

rate of relaxation of mouse skeletal muscle. J Physiol. 1995;487 (Pt 2(1995):331–42.

17. Sökmen B, Armstrong LE, Kraemer WJ, Casa DJ, Dias JC, Judelson DA, et al. Caffeine Use in Sports: Considerations for the Athlete. J Strength Cond Res. 2008;22(3):978–86. Available
18. Edir da Silva M, Padullés JM, Núñez Álvarez VM, Vaamonde Martín DM, Viana Montaner M, Gómez Puerto JR, et al. Análisis electromiográfico y de percepción de esfuerzo del tirante musculador con respecto al ejercicio de medio squat. Apunt Educ física y Deport. 2005;82:45–52.
19. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. Physiol Rev. 2001;81(4):1725–89.
20. Strojnik V, Komi P V. Neuromuscular fatigue after maximal stretch-shortening cycle exercise. J Appl Physiol. 1998;84(1):344–50.
21. Millet GY, Bachasson D, Temesi J, Wuyam B, Féasson L, Vergès S, et al. Potential interests and limits of magnetic and electrical stimulation techniques to assess neuromuscular fatigue. Neuromuscul Disord. 2012;22.
22. Cook, Dane B, O´Connor, Patrick J, Eubanks, Steven A, Smith, Jerome C, Lee M. Naturally occurring muscle pain during exercise : assessment and experimental evidence. Med Sci Sport Exerc Sci Sport Exerc. 1997;29(8)(i):999–1012.
23. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and Recovery A Conceptual Model. 1998;26(1):1–16.
24. Plaskett CJ, Cafarelli E. Caffeine increases endurance and attenuates force sensation during submaximal isometric contractions. J Appl Physiol. 2001;91(4):1535–44.
25. Kalmar JM, Cafarelli E. Effects of caffeine on neuromuscular function. J Appl Physiol. 1999;87(2):801–8.
26. Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: Does

it help? Vol. 36, Sports Medicine. 2006. p. 781–96.

27. Phillip A. Bishop, Eric Jones Aakw. Recovery from training: A brief review. 2008;22(3):1015–24.

28. Sawynok J. Caffeine and pain. Vol. 152, Pain. 2011. p. 726–9.

29. Foskett A, Ali A, Gant N. Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2009;19(4):410–23.

30. Paton Cd, Hopkins Wg, Vollebregt L. Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team-sport athletes. Med Sci Sports Exerc. 2001;822–5.

31. Juan Del Coso , Víctor E. Muñoz-Fernández, Gloria Muñoz, Valentín E. Fernández-Elías, Juan F. Ortega, Nassim Hamouti, José C. Barbero JM-G. Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance. PLoS One. 2012;7(2).

32. Gant N, Ali A, Foskett A. The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2010;20(3):191–7.

33. Abian-Vicen J, Puente C, Salinero JJ, Gonzalez-Millan C, Areces F, Muñoz G, et al. A caffeinated energy drink improves jump performance in adolescent basketball players. Amino Acids. 2014;46(5):1333–41.

34. Bloms LP, Fitzgerald JS, Short MW, Whitehead JR. The Effects of Caffeine on Vertical Jump Height and Execution in Collegiate Athletes. J Strength Cond Res. 2016;30(7):1855–61.

35. Del Coso J, Portillo J, Muñoz G, Abian-Vicen J, Gonzalez-Millan C, Muñoz-Guerra J. Caffeine-containing energy drink improves sprint performance during an international rugby sevens competition. Amino Acids. 2013;44(6):1511–9.

36. Lara B, Gonzalez-Millan C, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Areces F, Barbero-Alvarez JC, et al. Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. Amino Acids. 2014;46(5):1385–92.

37. Pérez-López A, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Valadess D, Lara B, Hernandez C, et al. Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. Med Sci Sports Exerc. 2015;47(4):850–6.

38. Zbinden-Foncea H, Rada I, Gomez J, Kokaly M, Stellingwerff T, Deldicque L, et al. Effects of Caffeine on Countermovement Jump Performance Variables in Elite Male Volleyball Players. Int J Sports Physiol Perform. 2017;1–20.

39. Davis JK, Green JM. Caffeine and anaerobic performance. Sport Med. 2009;29:813–32.

40. Astorino TA, Roberson DW. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: A systematic review. J Strength Cond Res. 2010;24(1):257–65.

41. Del Coso J, Perez-Lopez A, Abian-Vicen J, Salinero JJ, Lara B, Valades D. Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. Int J Sports Physiol Perform. 2014;9(6):1013–8.

42. Timmins TD, Saunders DH. Effect of Caffeine Ingestion on Maximal Voluntary Contraction Strength in Upper- and Lower-Body Muscle Groups. J Strength Cond Res. 2014;28(11):3239–44.

43. Astorino TA, Roupoli LR, Valdivieso BR. Caffeine does not alter RPE or pain perception during intense exercise in active women. Appetite. Elsevier Ltd; 2012;59(2):585–90.

44. Astorino TA, Cottrell T, Talhami A, Aburto-pratt K, Duhon J. Physiology & Behavior Effect of caffeine on RPE and perceptions of pain , arousal , and pleasure / displeasure during a cycling time trial in endurance trained and active men. Physiol Behav.

45. Graham TE. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. Sports Med. 2001;31(11):785–807.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até a presente data, este é o primeiro estudo que analisou o efeito da ingestão da cafeína na função neuromuscular e desempenho em um período de 72h após uma sessão de treinamento de força para atletas saltadores e velocistas. Os achados desta investigação indicaram que 5 $mg.kg^{-1}$ de peso corporal de cafeína anidra administrada em cápsulas, melhoraram o desempenho nos saltos verticais contra movimento no período de 48h e 72h horas após o treinamento de força, comparado com a ingestão de placebo. No entanto, a função neuromuscular, o desempenho nas corridas e as medidas perceptuais não foram modificadas com a ingestão de cafeína.

REFERÊNCIAS

AARON, R. et al. Effect of caffeine on perceived soreness and functionality following an endurance cycling event. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 31, n. 3, p. 638–643, 2017.

ASTORINO, T. A; ROBERSON, D. W. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, Champaign, v. 24, n. 1, p. 257–265, 2010.

BARNETT, A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: Does it help?. **Sports Medicine**, Auckland, v.36, n. 9, 781-96, 2006.

BARONI, B. M. et al. Time Course of Neuromuscular Adaptations to Knee Extensor Eccentric Training Time Course of Neuromuscular Adaptations to Knee Extensor Eccentric Training. **International journal of sports medicine**, Stuttgart, v. 34, n. 10, p. 904–911, 2013.

BISHOP, P. A.; JONES, E.; WOODS, A. K. Recovery From Training: A Brief Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 22, n. 3, p. 1015–1024, 2008.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. Asep procedures recommendation i: accurate assessment of muscular strength and power. **Professionalization of Exercise Physiology**, (S.l), v. 4, n. 3, p. 1-20, 2001.

CLIFFORD, T. et al. The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 116, n. 2, p. 353–362, 2016.

COOK, D. B. et al. Naturally occurring muscle pain during exercise : assessment and experimental evidence. **Medicine and science in sports and exercise**, Madison, v. 29, n. 8, p. 999–1012, 1997.

DAVIS, J. M. et al. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology,** Bethesda, v. 284, n. 2, p. R399-404, 2003.

EDZARD, E. Panax ginseng : An Overview of the Clinical Evidence. **Journal of ginseng research**, Soul, v. 34, n. 4, p. 259–263, 2010.

ENOKA, R. M. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. **Journal of applied physiology**, Washigton, v. 81, n. 6, p. 2339–2346, 1996.

FREDHOLM, B. B. et al. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. **Pharmacological reviews**, Baltimore, v. 51, n. 1, p. 83–133, 1999.

GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiological**

reviews, Washington, v. 81, n. 4, p. 1725–1789, 2001.

GONZALEZ-IZAL, M.; CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. Muscle conduction velocity, surface electromyography variables, and echo intensity during concentric and eccentric fatigue. **Muscle & Nerve**, New York, v. 49, n. 3, p. 389–397, 2014.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. **Sports medicine,** Auckland, N.Z., v. 31, n. 11, p. 785–807, 2001.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, Oxford, v. 10, n. 5, p. 361–374, 2000.

HURLEY, C. F.; HATFIELD, D. L.; RIEBE, D. A. The effect of caffeine ingestion on delayed onset muscle soreness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 11, p. 3101–3109, 2013.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British journal of nutrition**, Cambridge, v. 40, n. 03, p. 497-504, 1978.

KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and Recovery A Conceptual Model. **Sports medicine**, Auckland, v. 26, n. 1, p. 1–16, 1998.

MARIÁN, V. et al. Improved maximum strength, vertical jump and sprint performance after 8 weeks of jump squat training with individualized loads. **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v. 15, n. 3, p. 492–500, 2016.

MARIDAKIS, V. et al. Caffeine Attenuates Delayed-Onset Muscle Pain and Force Loss Following Eccentric Exercise. **Journal of Pain**, Philadelphia, v. 8, n. 3, p. 237–243, 2007.

MERTON, P. A. Voluntary strength and fatigue. **The Journal of Physiology**, London, v. 1, p. 553-564, 1953.

O'CONNOR, P. J. et al. Dose-dependent effect of caffeine on reducing leg muscle pain during cycling exercise is unrelated to systolic blood pressure. **Pain**, Hagerstown, v. 109, n. 3, p. 291–298, 2004.

OLIVEIRA, A. S. et al. Isokinetic eccentric resistance training prevents loss in mechanical muscle function after running. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 113, n. 9, p. 2301–2311, 2013.

PRASARTWUTH, O.; TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. Maximal force, voluntary activation and muscle soreness after eccentric damage to human elbow flexor muscles. The **The Journal of physiology**, London, v. 1, p. 337–348, 2005.

PROSKE, U.; MORGAN, D. L. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. **The Journal of physiology**, London, v. 537, n. (pt 2), p. 333–345, 2001.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods.

Techniques for measuring body composition. **Nutrition**, Burbank, v. 61, p. 223-44, 1961.

SÖKMEN, B. et al. Caffeine Use in Sports: Considerations for the Athlete. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 22, n. 3, p. 978–986, 2008.

STAUBER, W. T. Eccentric action of muscles: physiology, injury, and adaptation. **Exercise and sport sciences reviews**, New York, v. 17, p. 157–85, 1989.

STROJNIK, V.; KOMI, P. V. Neuromuscular fatigue after maximal stretch-shortening cycle exercise. **Journal of applied physiology,** Bethesda, v. 84, n. 1, p. 344–50, 1998.

TALLIS, J.; DUNCAN, M. J.; JAMES, R. S. What can isolated skeletal muscle experiments tell us about the effects of caffeine on exercise performance? **British Journal of Pharmacology**, London, v. 172, n. 15, p. 3703-13, 2015.

TESCH, P. A; DUDLEY, G. A; DUVOISIN, M. R; HATHER, B. M; HARRIS, R. T. Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions. **Acta physiologica Scandinavica**, Oxford, v. 138, n. 3, p. 263–271, 1990.

ZBINDEN-FONCEA, H. et al. Effects of Caffeine on Countermovement Jump Performance Variables in Elite Male Volleyball Players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 13, n. 2, p. 145–150, 2017.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa: EFEITOS DO USO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EXCÊNTRICO COM *TIRANTE MUSCULADOR*® EM JOVENS ATLETAS, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Ana Carla Santos Mariano, Laboratório de Fisiologia do Esforço, Departamento de Educação Física e Ciências do Esporte. Centro Acadêmico de Vitória. Rua Alto do Reservatório s/n - Bela Vista, Vitória de Santo Antão/PE. CEP: 55608-680. Tel: (35) 99200-8783, e-mail: carlamariano@live.com. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Gislaine Cristina Souza (35)99143-4600 / Fabiano Tomazini: (81)95745107 e está sob a orientação de: Adriano Eduardo Lima da Silva Telefone: (81) 9593-5980 / 3523-3351, e-mail: limasilvaae@hotmail.com e Fernando Roberto de Oliveira: (35)99132-9727, e-mail: deoliveirafr@hotmail.com.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso não concorde não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Essa pesquisa tem por objetivo verificar os efeitos da suplementação aguda de cafeína como estratégia de recuperação nas sessões de treinamento, como forma alternativa de aceleração da recuperação e melhora da qualidade do treinamento de atletas.

- A sua participação no estudo terá a duração de aproximadamente 3 meses, sendo realizadas aproximadamente 12 visitas no laboratório.

- Nas visitas serão realizados: 1) medidas para medir sua altura, peso e gordura corporal; 2) será realizado testes para medir força máxima; 4) responderá questionários para determinar grau de esforço e estado de recuperação; 5) será realizado uma familiarização com os procedimentos de estimulação elétrica; 6) Teste de força máxima; 7) coleta sanguínea, sendo coletados 8ml de sangue; 8) Treinamento de força no Tirante Musculador®; 9) procedimentos de contração voluntária isométrica e estimulação elétrica; 10) realização de saltos verticais; 11)

Suplementação de cafeína e ou placebo; 12) realização de testes de corrida (30m, 50m e 100m) na pista de atletismo.

- Você será orientado a preencher um registro alimentar durante o primeiro ciclo de testes sob orientação de um nutricionista, para verificar a quantidade habitual de cafeína ingerida na dieta e para reaplicar os mesmos alimentos no terceiro momento de testes. Também será orientado a não modificar os hábitos alimentares durante os testes e devendo evitar o consumo de bebidas alcoólicas e alimentos ou bebidas à base de cafeína (ex. chocolate, pó-de-guaraná, coca - cola, guaraná, café e mate) durante todo o período de testes.

- A sua participação será acompanhada pelo professor/ pesquisador responsável do estudo, o qual realizará os testes e um profissional capacitado responsável, por fazer as coletas das sanguíneas.

Como riscos, informamos que a ingestão de cafeína pode causar leve desconforto gastrointestinal e efeitos colaterais, como: nervosismo, irritabilidade, náuseas, diarreia e insônia. Além dos sintomas citados, ainda poderá sentir uma sensação de 'alerta' que poderá ter duração em torno de 6 horas. Os problemas gástricos podem ser agravados caso, o voluntário já apresente tendência para gastrite ou úlcera. Caso possua gastrite ou úlcera, não poderá participar do estudo. Como fator de segurança e por pertencer a equipe de atletismo, e possuir um seguro de saúde para controle de possíveis acidentes e lesões, caso ocorra algum problema o referido seguro poderá ser acionados para solucionar qualquer eventualidade. Também na coleta de sangue poderá ocorrer o risco de dor e mancha roxa local, entretanto serão realizadas por profissionais capacitados para a realização deste procedimento. Todos os materiais serão descartáveis.

Os benefícios que deverá esperar com sua participação, mesmo que não diretamente são: você terá acesso a qualquer resultado referente ao seu teste e podendo, utilizar das variáveis do estudo da forma que quiser, como por exemplo, na prescrição dos seus treinamentos.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa documentos, entrevistas, fotos, filmagens etc., ficarão armazenados em computador do laboratório acima informado, sob a responsabilidade da pesquisadora responsável, no endereço acima informado, pelo período de, no mínimo, 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

_____
Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo EFEITOS DO USO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EXCÊNTRICO COM *TIRANTE MUSCULADOR*® EM JOVENS ATLETAS como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Lavras, _____ de _____ de _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS - Resolução 466/12)

Estamos convidando seu filho (a) e/ou o menor sob sua responsabilidade para participar como voluntário da pesquisa ´´EFEITOS DO USO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EXCÊNTRICO COM *TIRANTE MUSCULADOR*® EM JOVENS ATLETAS``, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Ana Carla Santos Mariano, Laboratório de Fisiologia do Esforço, Departamento de Educação Física e Ciências do Esporte. Centro Acadêmico de Vitória. Rua Alto do Reservatório s/n - Bela Vista, Vitória de Santo Antão/PE. CEP: 55608-680. Tel: (35) 99200-8783, e-mail: carlamariano@live.com. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Gislaine Cristina Souza (35)99143-4600 / Fabiano Tomazini: (81)95745107 e está sob a orientação de: Adriano Eduardo Lima da Silva Telefone: (81) 9593-5980 / 3523-3351, e-mail: limasilvaae@hotmail.com e Fernando Roberto de Oliveira: (35)99132-9727, e-mail: deoliveirafr@hotmail.com.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pesquisadora responsável e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso não concorde não haverá penalização para você e o menor sob sua responsabilidade, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

- Essa pesquisa tem por objetivo verificar os efeitos da suplementação aguda de cafeína como estratégia de recuperação nas sessões de treinamento, como forma alternativa de aceleração da recuperação e melhora da qualidade do treinamento de atletas.

- A participação de seu filho e/ou menor sob sua responsabilidade, no estudo terá a duração de aproximadamente 3 meses, sendo realizadas aproximadamente 12 visitas no laboratório.

- Após a autorização e assinatura deste termo, meu filho e/ou menor sob minha responsabilidade estará autorizado para participar como voluntário do estudo.

- Nas visitas, seu filho e/ou menor sob sua responsabilidade realizarão os seguintes procedimentos: 1) medidas para medir altura, peso e gordura corporal; 2) será realizado testes para medir força máxima; 4) responderá questionários para determinar grau de esforço e estado de recuperação; 5) será realizado uma

familiarização com os procedimentos de estimulação elétrica; 6) Teste de força máxima; 7) coleta sanguínea, sendo coletados 8ml de sangue; 8) Treinamento de força no Tirante *Musculador®; 9)* procedimentos de contração voluntária isométrica e estimulação elétrica; 10) realização de saltos verticais; 11) Suplementação de cafeína e ou placebo; 12) realização de testes de corrida (30m, 50m e 100m) na pista de atletismo.

- Seu filho e/ou menor sob sua responsabilidade será orientado a preencher um registro alimentar durante o primeiro ciclo de testes sob orientação de um nutricionista, para verificar a quantidade habitual de cafeína ingerida na dieta e para reaplicar os mesmos alimentos no terceiro momento de testes. Também será orientado a não modificar os hábitos alimentares durante os testes e devendo evitar o consumo de bebidas alcoólicas e alimentos ou bebidas à base de cafeína (ex. chocolate, pó-de-guaraná, coca - cola, guaraná, café e mate) durante todo o período de testes.

- A participação de seu filho e/ou menor sob sua responsabilidade será acompanhada pelo professor/ pesquisador responsável do estudo, o qual realizará os testes e um profissional capacitado responsável, por fazer as coletas das sanguíneas.

Como riscos, informamos que a ingestão de cafeína pode causar leve desconforto gastrointestinal e efeitos colaterais, como: nervosismo, irritabilidade, náuseas, diarreia e insônia. Além dos sintomas citados, ainda poderá sentir uma sensação de ‘alerta’ que poderá ter duração em torno de 6 horas. Os problemas gástricos podem ser agravados caso, o seu filho e/ou menor sob sua responsabilidade já apresente tendência para gastrite ou úlcera. Caso possuam gastrite ou úlcera, não poderão participar do estudo. Como fator de segurança e por pertencer a equipe de atletismo, e possuir um seguro de saúde para controle de possíveis acidentes e lesões, caso ocorra algum problema o referido seguro poderá ser acionados para solucionar qualquer eventualidade. Também na coleta de sangue poderá ocorrer o risco de dor e mancha roxa local, entretanto serão realizadas por profissionais capacitados para a realização deste procedimento. Todos os materiais serão descartáveis.

Os benefícios que seu filho e/ou menor sob sua responsabilidade deverão esperar com a participação, mesmo que não diretamente são: ele terá acesso a qualquer resultado referente ao seu teste e podendo, utilizar das variáveis do estudo da forma que quiser, como por exemplo, na prescrição de seus treinamentos.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação de seu filho e/ou menor sob sua responsabilidade. Os dados coletados nesta pesquisa documentos, entrevistas, fotos, filmagens etc., ficarão armazenados em computador do laboratório acima informado, sob a responsabilidade da pesquisadora responsável, no endereço acima informado, pelo período de, no mínimo, 5 anos.

Nada será pago ao seu filho e/ou menor sob sua responsabilidade e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

_____

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF_____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo ´´ EFEITOS DO USO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EXCÊNTRICO COM *TIRANTE MUSCULADOR*® EM JOVENS ATLETAS``, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento) para mim ou para o (a) menor em questão.

Lavras, _____ de _____ de _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MENORES DE 12 a 18 ANOS - Resolução 466/12)

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 12 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você, após a autorização dos seus pais (ou responsáveis legais) para participar como voluntário da pesquisa: EFEITOS DO USO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EXCÊNTRICO COM TIRANTE MUSCULADOR® EM JOVENS ATLETAS, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Ana Carla Santos Mariano, Laboratório de Fisiologia do Esforço, Departamento de Educação Física e Ciências do Esporte. Centro Acadêmico de Vitória. Rua Alto do Reservatório s/n - Bela Vista, Vitória de Santo Antão/PE. CEP: 55608-680. Tel: (35) 99200-8783, e-mail: carlamariano@live.com. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Gislaine Cristina Souza (35)99143-4600 / Fabiano Tomazini: (81)95745107 e está sob a orientação de: Adriano Eduardo Lima da Silva Telefone: (81) 9593-5980 / 3523-3351, e-mail: limasilvaae@hotmail.com e Fernando Roberto de Oliveira: (35)99132-9727, e-mail: deoliveirafr@hotmail.com.

Caso este Termo de Assentimento contenha informações que não lhe sejam compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso você e seu responsável não concordem, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Essa pesquisa tem por objetivo verificar os efeitos da suplementação aguda de cafeína como estratégia de recuperação nas sessões de treinamento, como forma alternativa de aceleração da recuperação e melhora da qualidade do treinamento de atletas.

- A sua participação no estudo terá a duração de aproximadamente 3 meses, sendo realizadas aproximadamente 12 visitas no laboratório.

- Nas visitas serão realizados: 1) medidas para medir sua altura, peso e gordura corporal; 2) será realizado testes para medir força máxima; 4) responderá questionários para determinar grau de esforço e estado de recuperação; 5) será realizado uma familiarização com os procedimentos de estimulação elétrica; 6) Teste de força máxima; 7) coleta sanguínea, sendo coletados 8ml de sangue; 8) Treinamento de força no Tirante Musculador®; 9) procedimentos de contração voluntária

isométrica e estimulação elétrica; 10) realização de saltos verticais; 11) Suplementação de cafeína e ou placebo; 12) realização de testes de corrida (30m, 50m e 100m) na pista de atletismo.

- Você será orientado a preencher um registro alimentar durante o primeiro ciclo de testes sob orientação de um nutricionista, para verificar a quantidade habitual de cafeína ingerida na dieta e para reaplicar os mesmos alimentos no terceiro momento de testes. Também será orientado a não modificar os hábitos alimentares durante os testes e devendo evitar o consumo de bebidas alcoólicas e alimentos ou bebidas à base de cafeína (ex. chocolate, pó-de-guaraná, coca - cola, guaraná, café e mate) durante todo o período de testes.

- A sua participação será acompanhada pelo professor/ pesquisador responsável do estudo, o qual realizará os testes e um profissional capacitado responsável, por fazer as coletas das sanguíneas.

Como riscos, informamos que a ingestão de cafeína pode causar leve desconforto gastrointestinal e efeitos colaterais, como: nervosismo, irritabilidade, náuseas, diarreia e insônia. Além dos sintomas citados, ainda poderá sentir uma sensação de 'alerta' que poderá ter duração em torno de 6 horas. Os problemas gástricos podem ser agravados caso, o voluntário já apresente tendência para gastrite ou úlcera. Caso possua gastrite ou úlcera, não poderá participar do estudo. Como fator de segurança e por pertencer a equipe de atletismo, e possuir um seguro de saúde para controle de possíveis acidentes e lesões, caso ocorra algum problema o referido seguro poderá ser acionados para solucionar qualquer eventualidade. Também na coleta de sangue poderá ocorrer o risco de dor e mancha roxa local, entretanto serão realizadas por profissionais capacitados para a realização deste procedimento. Todos os materiais serão descartáveis.

Os benefícios que deverá esperar com sua participação, mesmo que não diretamente são: você terá acesso a qualquer resultado referente ao seu teste e podendo, utilizar das variáveis do estudo da forma que quiser, como por exemplo, na prescrição dos seus treinamentos.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa documentos, entrevistas, fotos, filmagens etc., ficarão armazenados em computador do laboratório de Fisiologia do Exercício, no endereço acima informado, sob a responsabilidade da pesquisadora principal, pelo período de, no mínimo, 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

_____

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo ´´EFEITOS DO USO DE CAFEÍNA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EXCÊNTRICO COM TIRANTE MUSCULADOR® EM JOVENS ATLETAS``, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais ou responsável precise pagar nada.

Lavras, _____ de _____ de _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura

APÊNDICE D - FICHA DE REGISTRO ALIMENTAR

FICHA DE REGISTRO ALIMENTAR

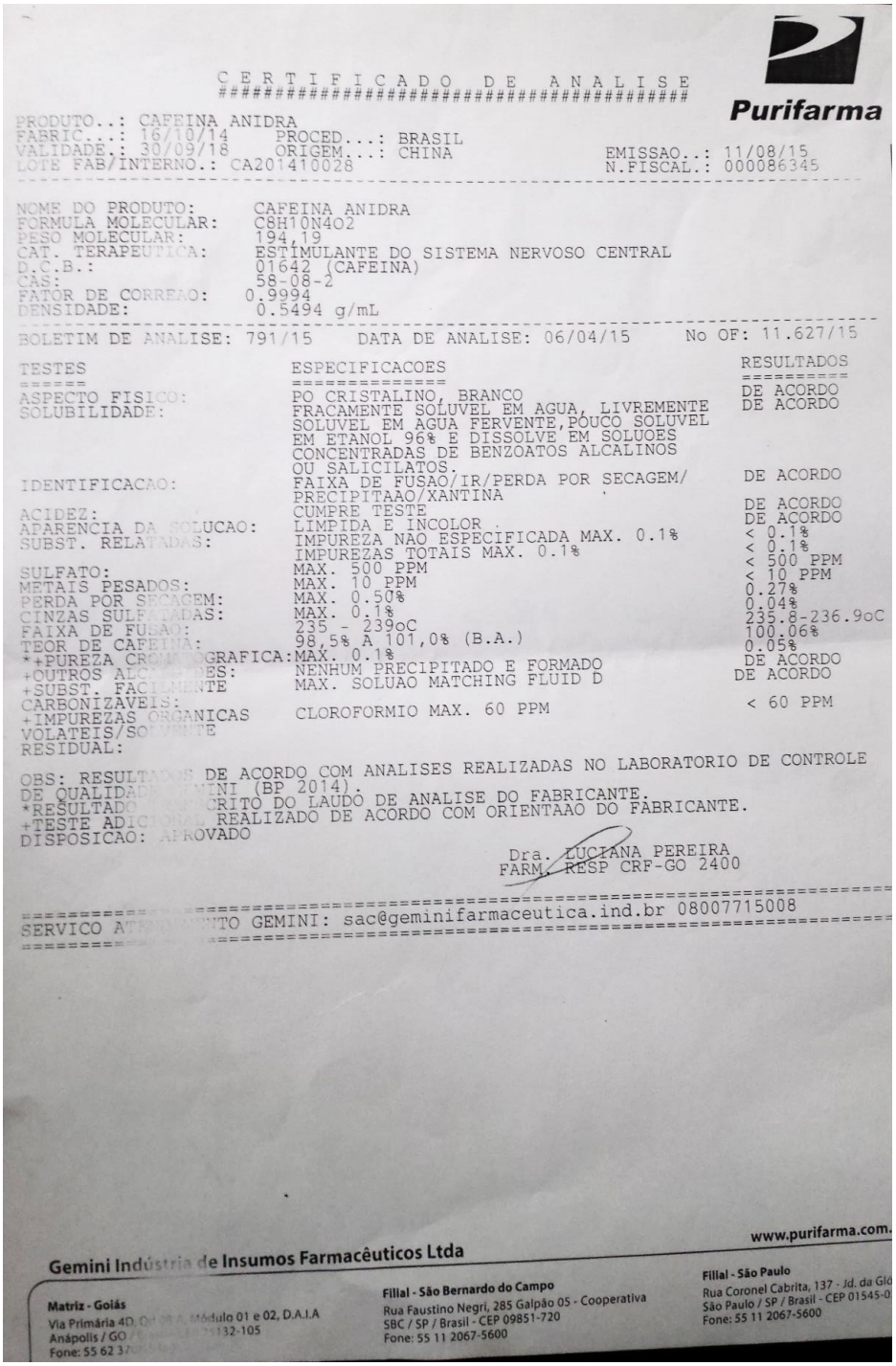
Nome:_____ Data:___/___/____

HORÁRIO	LOCAL	ALIMENTO/PREPARAÇÃO (DETALHAR)	QUANTIDADE (MEDIDA CASEIRA / PESO EM GRAMAS)

Consumo de água:

_____

ANEXO A - LAUDO TÉCNICO DA CAFEÍNA



CERTIFICADO DE ANALISE

Purifarma

PRODUTO..: CAFEINA ANIDRA
FABRIC..: 16/10/14 PROCED...: BRASIL
VALIDADE..: 30/09/18 ORIGEM...: CHINA EMISSAO..: 11/08/15
LOTE FAB/INTERNO..: CA201410028 N.FISCAL.: 000086345

NOME DO PRODUTO:	CAFEINA ANIDRA
FORMULA MOLECULAR:	C8H10N4O2
PESO MOLECULAR:	194,19
CAT. TERAPEUTICA:	ESTIMULANTE DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL
D.C.B.:	01642 (CAFEINA)
CAS:	58-08-2
FATOR DE CORREAO:	0,9994
DENSIDADE:	0.5494 g/mL

BOLETIM DE ANALISE: 791/15 DATA DE ANALISE: 06/04/15 No OF: 11.627/15

TESTES	ESPECIFICACOES	RESULTADOS
ASPECTO FISICO:	PO CRISTALINO, BRANCO	DE ACORDO
SOLUBILIDADE:	FRACAMENTE SOLUVEL EM AGUA, LIVREMENTE SOLUVEL EM AGUA FERVENTE,POUCO SOLUVEL EM ETANOL 96% E DISSOLVE EM SOLUOES CONCENTRADAS DE BENZOATOS ALCALINOS OU SALICILATOS.	DE ACORDO
IDENTIFICACAO:	FAIXA DE FUSAO/IR/PERDA POR SECAGEM/ PRECIPITAAO/XANTINA	DE ACORDO
ACIDEZ:	CUMPRE TESTE	DE ACORDO
APARENCIA DA SOLUCAO:	LIMPIDA E INCOLOR	DE ACORDO
SUBST. RELATADAS:	IMPUREZA NAO ESPECIFICADA MAX. 0.1%	< 0.1%
	IMPUREZAS TOTAIS MAX. 0.1%	< 0.1%
SULFATO:	MAX. 500 PPM	< 500 PPM
METAIS PESADOS:	MAX. 10 PPM	< 10 PPM
PERDA POR SECAGEM:	MAX. 0.50%	0.27%
CINZAS SULFATADAS:	MAX. 0.1%	0.04%
FAIXA DE FUSAO:	235 - 239oC	235.8-236.9oC
TEOR DE CAFEINA:	98,5% A 101,0% (B.A.)	100.06%
*+PUREZA CROMATOGRAFICA:	MAX. 0.1%	0.05%
+OUTROS ALCALOIDES:	NENHUM PRECIPITADO E FORMADO	DE ACORDO
+SUBST. FACILMENTE CARBONIZAVEIS:	MAX. SOLUAO MATCHING FLUID D	DE ACORDO
+IMPUREZAS ORGANICAS VOLATEIS/SOLVENTE RESIDUAL:	CLOROFORMIO MAX. 60 PPM	< 60 PPM

OBS: RESULTADOS DE ACORDO COM ANALISES REALIZADAS NO LABORATORIO DE CONTROLE DE QUALIDADE GEMINI (BP 2014).
*RESULTADO ESCRITO DO LAUDO DE ANALISE DO FABRICANTE.
+TESTE ADICIONAL REALIZADO DE ACORDO COM ORIENTAAO DO FABRICANTE.
DISPOSICAO: APROVADO

Dra. LUCIANA PEREIRA
FARM. RESP CRF-GO 2400

SERVICO ATENDIMENTO GEMINI: sac@geminifarmaceutica.ind.br 08007715008

www.purifarma.com.

Gemini Indústria de Insumos Farmacêuticos Ltda

Matriz - Goiás
Via Primária 4D, Módulo 01 e 02, D.A.I.A
Anápolis / GO
Fone: 55 62 3

Filial - São Bernardo do Campo
Rua Faustino Negri, 285 Galpão 05 - Cooperativa
SBC / SP / Brasil - CEP 09851-720
Fone: 55 11 2067-5600

Filial - São Paulo
Rua Coronel Cabrita, 137 - Jd. da Gl
São Paulo / SP / Brasil - CEP 01545-0
Fone: 55 11 2067-5600

ANEXO B - ESCALA DE INTENSIDADE DA DOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV
GRUPO DE PEQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE

Escala de Intensidade da Dor (COOK et al., 1997)

Você está prestes a passar por um teste de esforço máximo. Esta escala contém os números de 0 a 10 e você vai usá-la para avaliar as percepções de dor nas pernas antes, durante e após o teste de esforço. Neste contexto, a dor é definida como a intensidade da dor que você sente. Não subestime ou superestime o grau de dor que você sente, apenas tente estimá-lo da forma mais honesta e objetiva possível.

0 NENHUMA DOR

½ DOR MUITO FRACA (APENAS PERCEPTÍVEL)

1 DOR FRACA

2 DOR LEVE

3 DOR MODERADA

4 DOR UM POUCO FORTE

5 DOR FORTE

6

7 DOR MUITO FORTE

8

9

10 DOR EXTREMAMENTE INTENSA (QUASE INSUPORTÁVEL)
DOR INSUPORTÁVEL

ANEXO C - ESCALA DE QUALIDADE TOTAL DE RECUPERAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV
GRUPO DE PEQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE

Escala de Qualidade Total de Recuperação (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998)

Nome:_____ Data:___/___/___

6	Em nada recuperado
7	Extremamente mal recuperado
8	
9	Muito mal recuperado
10	
11	Mal recuperado
12	
13	Razoavelmente recuperado
14	
15	Bem recuperado
16	
17	Muito bem recuperado
18	
19	Extremamente bem recuperado
20	Totalmente bem recuperado

ANEXO D - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEP-CCS-UFPE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-

Plataforma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos do uso de cafeína na recuperação após exercício excêntrico no Tirante Musculador® em jovens atletas

Pesquisador: Ana Carla Santos Mariano

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 60675416.6.0000.5208

Instituição Proponente: Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.840.570

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa de mestrado da Pos-Graduacao em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica orienatda pelo Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva e

Coorientada pelo Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira.

A necessidade de melhorar o desempenho dos atletas para as sessões de treinamento posteriores as sessões que causam alto dano muscular e fadiga é um dos grandes problemas encontrados por treinadores e atletas. A estratégia mais comum é o uso de suplementos que ajudem no processo recuperativo. Nesse contexto, a cafeína que anteriormente era utilizada apenas como um ergogênico, está ganhando destaque por apresentar propriedades analgésicas, agindo de forma eficaz na redução da percepção de dor e de esforço.

Objetivo da Pesquisa:

GERAL:

Verificar os efeitos da suplementação aguda de cafeína na atenuação da DMIT e no desempenho emsessões de treinamento subsequentes a realização de um treinamento com ênfase em AE noTirante Musculador®.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br

ESPECÍFICOS:

• Analisar o efeito da suplementação aguda de cafeína sobre marcadores de dano muscular (creatina quinase, lactato desidrogenase e contração voluntária isométrica máxima) e inflamação(proteína C reativa e leucócitos) após exercícios de força no TM durante o período recuperatório de 24, 48 e 72 h.

• Analisar o efeito da suplementação aguda de cafeína sobre o comportamento das variáveis psicológicas (percepção subjetiva de esforçoe intensidade de dor)e de performance (salto contra movimento e corridas de 30m, 50m e 100m)após exercícios de força no TM durante o período recuperatório de 24, 48 e 72 h.

• Analisar as respostas à fadiga induzidas pelo TM por meio do uso de estimulação elétrica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos previstos são mínimos, tendo em vista que um dos critérios de inclusão para o estudo é a experiência prévia com os exercícios e nível de

desempenho físico satisfatório. Sendo assim, a atividade proposta já é de conhecimento dos voluntárioss e da rotina de treinamento, e apesar de

estarem previstas microlesões musculares provenientes do exercício de agachamento no TM, estas são consideradas danos musculares comuns da rotina de treinamento, provenientes em qualquer indivíduo praticante de treinamento de força, as quais os participantes já são acometidos frequentemente.

Benefícios:

Os participantes terão acesso a qualquer resultado referente aos testes realizandos e que poderão ser utilizados posteriormente para a melhora do treinamento e do desempenho esportivo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os jovens selecionados participarão de um estudo crossover, contrabalanceado e duplo-cego. O estudo será dividido em três etapas de coleta. A primeira etapa constituirá de uma sessão de caracterização, onde será realizada a assinatura do TCLE e/ou o termo de assentimento para os menores de idade, seguido da avaliação da maturação sexual e avaliação antropométrica (massa corporal, estatura e dobras cutâneas). Ainda

nesse etapa será realizada a primeira familiarização (F1) com os procedimentos experimentais,

constando dos seguintes testes: 1) contração voluntária isométrica máxima (CVIM), estimulação elétrica e teste de uma repetição máxima (1RM) no meio agachamento no TM. Após 48h de recuperação, será realizado o teste de 1RM e uma segunda familiarização (F2) com os procedimentos da CVIM e estimulação elétrica. A segunda etapa terá início 96h após o fim da primeira e será composta por um ciclo de experimentos de 168h, totalizando sete sessões (S1 a S7), intercaladas por 24 horas de recuperação entre elas, conforme descrito abaixo e na figura 2. A primeira e segunda sessão (S1 e S2) do ciclo serão compostas por treino padronizado de baixa intensidade. Na terceira sessão (S3), os atletas realizarão três séries de corridas de 30m, 50m e 100m (baseline). A quarta sessão (S4), iniciará com o atleta respondendo as escalas de qualidade total de recuperação (TQR) e escala de intensidade de dor (EID), seguido por uma coleta sanguínea e coleta da frequência cardíaca de repouso. Logo após, será realizado seis séries de CVIM + estimulo elétrico com um minuto de intervalo entre elas. Após 5min de descanso, serão realizados 2 saltos contra – movimento (SCM) e iniciado o treino com ênfase
em AE no TM, composto por 4 séries de meio agachamento a 70% de 1RM com dois minutos de intervalo entre as séries. Imediatamente após o término do treinamento, serão repetidos em sequência os testes de CVIM com estímulo elétrico, coleta sanguínea e o SCM. Nas 24h, 48h e 72h após a S4 (Figura 2), serão realizadas a quinta, sexta e sétima sessão do ciclo (S5, S6 e S7, respectivamente). Nessas sessões, primeiramente
serão respondidas as escalas de TQR e EID, seguidas pela coleta sanguínea, SCM e frequência cardíaca de repouso. Logo após, será realizado um aquecimento prévio para ser realizado 6 séries de CVIM + estimulo elétrico, com um minuto de intervalo entre elas. Em seguida será feita a administração da suplementação de cafeína ou placebo. Após 50min de repouso, será coletado novamente a TQR, EID e frequência de repouso.
Logo após, será realizado novamente 6 séries de CVIM + estimulo elétrico, com um minuto de intervalo entre elas. Após 5 minutos de intervalo será realizado o teste de SCM e na sequência será realizado um aquecimento especifico de 10 minutos de corrida e 5 minutos de alongamentos para iniciar os testes de corrida em pista. As corridas terão início ao final do aquecimento, no qual serão realizadas 3 séries de corridas de 30m (3x30m), 50m (3x50m) e 100m (3x100m) com intervalos de recuperação completos entre cada corrida, sendo os intervalos de 5 min para as corridas de 30m,
7min para as corridas de 50m e 10min para as corridas de 100m. Será coletada a PSE ao final de cada corrida. Ao término das corridas serão coletados a PSE da sessão e a EID da sessão.Após 14 dias necessários para o período de washout, será iniciado o terceiro momento, em que será

repetido o protocolo da segunda etapa. No entanto, para os indivíduos que fizeram a suplementação da cafeína na segunda etapa será administrado placebo e para os sujeitos que receberam placebo será administrado cafeína. Antes de iniciar a segunda etapa, cada participante receberá um registro alimentar (Anexo A), onde eles deverão anotar os alimentos consumidos diariamente durante todo o ciclo (de S1 a S7) para depois replicá-lo na terceira etapa. Também serão instruídos a não consumirem alimentos que contenham cafeína ou álcool durante todo o ciclo das etapas dois e três.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Adequados em quantidade e qualidade, de acordo com as normas do CEP/CCS/UFPE

Recomendações:
Nenhuma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
Nenhuma.

Considerações Finais a critério do CEP:
As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.
Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).
Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.
Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).
O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a

pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_787042.pdf	23/11/2016 15:38:01		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_DE_PENDENCIAS.docx	23/11/2016 15:35:28	Ana Carla Santos Mariano	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_ANA_PENDENCIAS_CORRIGIDAS.docx	23/11/2016 15:33:35	Ana Carla Santos Mariano	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEMENORES_ANA0410.docx	04/10/2016 17:27:06	Ana Carla Mariano	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEADULTOSANA0410.docx	04/10/2016 17:26:51	Ana Carla Mariano	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_ANA0410.docx	04/10/2016 17:26:32	Ana Carla Mariano	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	12/09/2016 11:07:15	Ana Carla Mariano	Aceito
Cronograma	cronogramaprojeto.pdf	12/09/2016 11:02:39	Ana Carla Mariano	Aceito
Outros	TermodeConfidencialidade.pdf	12/09/2016 10:20:15	Ana Carla Mariano	Aceito
Outros	LattesAnaCarla.pdf	12/09/2016 10:01:11	Ana Carla Mariano	Aceito
Outros	LattesFernando.pdf	12/09/2016 09:58:48	Ana Carla Mariano	Aceito
Outros	LattesGislaine.pdf	12/09/2016 09:58:23	Ana Carla Mariano	Aceito
Outros	LattesFabiano.pdf	12/09/2016 09:57:19	Ana Carla Mariano	Aceito
Outros	LattesAdriano.pdf	12/09/2016 09:55:48	Ana Carla Mariano	Aceito

Continuação do Parecer: 1.840.570

Folha de Rosto	Folha.pdf	02/09/2016 15:56:33	Ana Carla Mariano	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	carta.jpg	02/09/2016 15:46:04	Ana Carla Mariano	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RECIFE, 29 de Novembro de 2016

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador)