



EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAPSAICINA SOBRE A POTÊNCIA MUSCULAR E A RESISTÊNCIA DE FORÇA DE INDIVÍDUOS TREINADOS: UM ESTUDO CROSSOVER, DUPLO-CEGO, CONTROLADO POR PLACEBO

Vitor de Salles Painelli^{1,2,3}, Fernanda Alves Sevilha², Bergson de Almeida Peres², Emerson Luiz Teixeira², Giordano Márcio Gatinho Bonuzzi³, Bráulio Henrique Magnani Branco⁴

¹Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde (PPGPS), Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista Fundação Araucária. vitor_pa@hotmail.com

²Pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Treinamento de Força (GEPTF), Campus Paraíso-SP, Universidade Paulista - UNIP.

nanda.sevilha456@gmail.com; bergson@unip.br; emerson.teixeira@docente.unip.br

³Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento (PPGCMov), Campus Teresina-PI, Universidade Federal do Piauí - UFPI.

giordanomgb@gmail.com

⁴Coordenador do PPGPS, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. bráulio.branco@unicesumar.edu.br

RESUMO

Evidências experimentais sugerem que a suplementação de capsaicina aumenta a liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático, ressaltando seu potencial ergogênico. Os estudos em humanos, contudo, possuem inúmeros vieses metodológicos. Usando uma metodologia robusta e objetiva, este estudo investigou a eficácia da suplementação aguda de capsaicina sobre a potência muscular e a resistência de força de membros inferiores em indivíduos treinados. Para tanto, 16 homens jovens (idade: 24±4 anos; massa corporal: 73,9±2,7kg; estatura: 1,73±0,06m) e com nível avançado de treinamento resistido foram submetidos a 1) testes de uma repetição máxima (1-RM), para a prescrição do teste de resistência de força no exercício *leg press*; 2) testes de resistência de força (70% 1-RM); e 3) testes de salto contramovimento (SCM). Após sucessivas familiarizações, os testes foram realizados, sob intervalo ≥72h, em 3 condições distintas, num desenho duplo-cego, randomizado, *crossover* contrabalanceado: Controle (CON, sem suplementação), Placebo (PLA, amido) e Capsaicina (CAP, 12mg). As cápsulas foram sempre ingeridas 45 minutos antes dos testes. Modelos Mistos foram empregados para analisar o efeito da intervenção, com nível de significância estabelecido em $p \leq 0.05$. Não foram identificadas diferenças significantes entre as condições experimentais para o número total de repetições realizadas no exercício *leg press* (CAP: 55±15 vs. PLA: 52±16 vs. CON: 54±16, $p=0.854$), nem para a altura do SCM (CAP: 36,0±3,3 vs. PLA: 36,3±3,6 vs. CON: 36,2±3,7, $p=0.976$). Os achados permitem concluir que a suplementação de capsaicina não representa uma estratégia eficaz para melhorar o desempenho da potência muscular ou da resistência de força em indivíduos treinados.

PALAVRAS-CHAVE: Capsaicina; Desempenho físico funcional; Fadiga muscular; Suplementos nutricionais.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, diversos autores têm investigado o fenômeno da fadiga muscular. Uma definição bastante apropriada foi estabelecida por Kent Sahlin, segundo a qual a fadiga pode ser definida como a incapacidade do músculo esquelético em manter uma determinada tensão ou de manter o exercício físico a uma dada intensidade. Sabe-se que a fadiga muscular é um dos principais fatores que influenciam o rendimento esportivo (Sahlin, 1992).

Embora a origem da fadiga seja provavelmente multifatorial, evidências indicam papel particularmente relevante de alguns eventos no surgimento da fadiga durante os exercícios de alta intensidade e curta duração, tais como os exercícios resistidos (também chamados de exercícios de força). Dentre os mecanismos que explicam o aparecimento da fadiga durante este tipo de atividade, alguns autores têm apontado um importante papel do cálcio no surgimento da fadiga durante este tipo de atividade (Allen et al., 2008).



Especificamente, tem-se sugerido que a diminuição da liberação ou da recaptação de cálcio ao retículo sarcoplasmático, bem como a diminuição da sensibilidade deste íon no sítio da troponina são importantes mecanismos no surgimento da fadiga durante os exercícios de alta intensidade, já que tais mecanismos implicariam numa perda de eficiência da maquinaria contrátil (Allen et al., 2008).

Com isso, algumas estratégias nutricionais vêm sendo desenvolvidas com o intuito de melhorar a liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático e/ou a sua sensibilidade no aparato contrátil, e assim, atrasar o início da fadiga. Uma das estratégias que vem ganhando destaque na literatura é a suplementação de capsaicina. A capsaicina (8-metil-N-vanilil-trans-6-nonenamida) é uma substância natural encontrada principalmente em pimentas e outros alimentos picantes que são agonistas do receptor de potencial transitório vanilóide-1 (do inglês *transient receptor potential vanilloid-1*, TRPV1) na boca, estômago e intestino delgado. A ativação do TRPV1 leva à sensação de calor e sinaliza uma cascata química que ativa o sistema nervoso simpático (Szallasi & Blumberg, 1999) e potencialmente aumenta o gasto de energia, lipólise e oxidação de ácidos graxos (Kawada et al., 1986; Josse et al., 2010). Contudo, estudos mais recentes demonstraram que o TRPV1 também está presente no músculo esquelético, e que a sua ativação através da capsaicina promove um aumento da liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático (Kazuya et al., 2014; Lotteau et al., 2013), o que resultaria em melhor interação entre os filamentos de actina e miosina, e em última instância, melhor produção de potência muscular e de resistência de força. A saber, exercícios resistidos e de potência são comumente utilizados em rotinas de treinamento por diferentes populações, especialmente atletas, para fins de melhora da força e da hipertrofia muscular (Evans, 2019), bem como do desempenho esporte-específico (Oxfeldt et al., 2019).

Curiosamente, os estudos investigando os efeitos da suplementação de capsaicina sobre o desempenho de força ainda são escassos, e seus resultados permanecem controversos. Uma meta-análise recente (Grgic et al., 2022) verificou a existência de somente 7 estudos avaliando os efeitos ergogênicos da suplementação de capsaicina, e exclusivamente sobre a resistência de força. Embora os autores tenham calculado um tamanho de efeito pequeno e positivo (0,27) da capsaicina sobre a resistência de força, os estudos incluídos nesta revisão quantitativa possuem uma série de vieses metodológicos. Por exemplo, alguns deles não empregaram desenho duplo-cego. Ademais, apesar de todos os estudos alegarem ter recrutado participantes treinados, nenhum deles empregou critérios bem estabelecidos para definir o grau de treinamento dos participantes. Um outro ponto preocupante diz respeito ao fato de que todos eles executaram sessões insuficientes de familiarização aos testes de força. Além disso, não foi empregada uma condição controle sem a ingestão de qualquer substância, na qual os participantes realizassem os testes exatamente nas mesmas circunstâncias, mas sem cápsulas. Essa condição é importante, pois isola não apenas o efeito farmacológico, mas também o efeito de expectativa decorrente da ingestão de uma cápsula. Com isso, não se pode excluir que um possível 'efeito placebo' ou mesmo efeitos de aprendizagem inerentes aos testes físicos tenham ocorrido e influenciado os resultados.

Em virtude dos aspectos mencionados, ao controlar as limitações acima mencionadas através de uma metodologia objetiva e transparente, o propósito do presente estudo foi investigar os efeitos da suplementação aguda de capsaicina sobre o desempenho de potência muscular e de resistência de força de indivíduos treinados. A nossa hipótese era de que, ao empregar uma metodologia direta e adequada, incluindo cálculo amostral *a priori*, uma 'condição controle', um delineamento *crossover* contrabalanceado e duplo-cego, participantes com nível de treinamento avançado e a execução de sessões de familiarizações adequadas e bem controladas aos testes físicos,



a suplementação de capsaicina não resultaria em quaisquer alterações no desempenho físico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Para efetuar o cálculo do tamanho amostral, assumiu-se um modelo de medidas repetidas com 3 condições experimentais (Suplementação de Capsaicina, Suplementação de Placebo e Condição Controle) e 3 medidas (1 para cada um dos grupos experimentais), sendo a resistência de força (i.e. número total de repetições) a variável dependente. O nosso cálculo apontou que 12 participantes seriam necessários para este estudo (software G*Power), assumindo uma correlação de 0,8 entre as condições experimentais, um poder de análise de 0,80, um tamanho de efeito de 0,27 (Grgic et al., 2022) e um erro alfa de 0,05.

Dessa forma, considerando o risco de morte amostral de 20%, para este estudo, 16 homens jovens (idade: 24 ± 4 anos; massa corporal: 73.9 ± 2.7 kg; estatura: 1.73 ± 0.06 m) foram recrutados para o estudo. Para serem incluídos na pesquisa, os participantes deveriam ter nível avançado de treinamento resistido, tendo como critérios de inclusão aqueles determinados por Santos Junior et al. (2021): 1) experiência prévia mínima e ininterrupta de 1 ano em treinamento resistido; 2) desempenho no teste de força máxima dinâmica (1-RM) no exercício agachamento igual ou maior que 1,5x a sua massa corporal (1-RM relativo no meio agachamento: 1.9 ± 0.4 kg); e 3) técnica de execução durante o exercício considerada como “adequada/boa”. Não foram selecionados para participar do estudo os indivíduos com problemas cardiovasculares, neuromusculares e/ou osteoarticulares que impedissem a realização dos testes. Além disso, também foram excluídos os indivíduos com histórico de uso de esteroides anabolizantes, e de suplementação de β -alanina ou creatina há menos de 6 e 3 meses, respectivamente. Após explicação detalhada sobre a pesquisa, riscos e benefícios envolvidos, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Ademais, todos os procedimentos do presente estudo passaram pela aprovação do Comitê de Ética Institucional (CAAE: 86002418.0.0000.5512; N° parecer de aprovação: 2.597.249).

2.2 DESENHO EXPERIMENTAL

Este estudo foi constituído por um desenho duplo-cego, *crossover*, com contrabalanceamento efetuado através do Quadrado Latino (Kuehl, 2000). O protocolo consistiu de um total de aproximadamente 7 visitas (ver Figura 1), e o local onde os testes ocorreram foi sempre mantido em 20,0°C, com umidade relativa de aproximadamente 60%. Logo na primeira visita, após a explicação aos participantes a respeito dos procedimentos esperados para a pesquisa e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram aferidos a estatura e a massa corporal dos participantes por meio da utilização de um estadiômetro e uma balança digital, respectivamente.

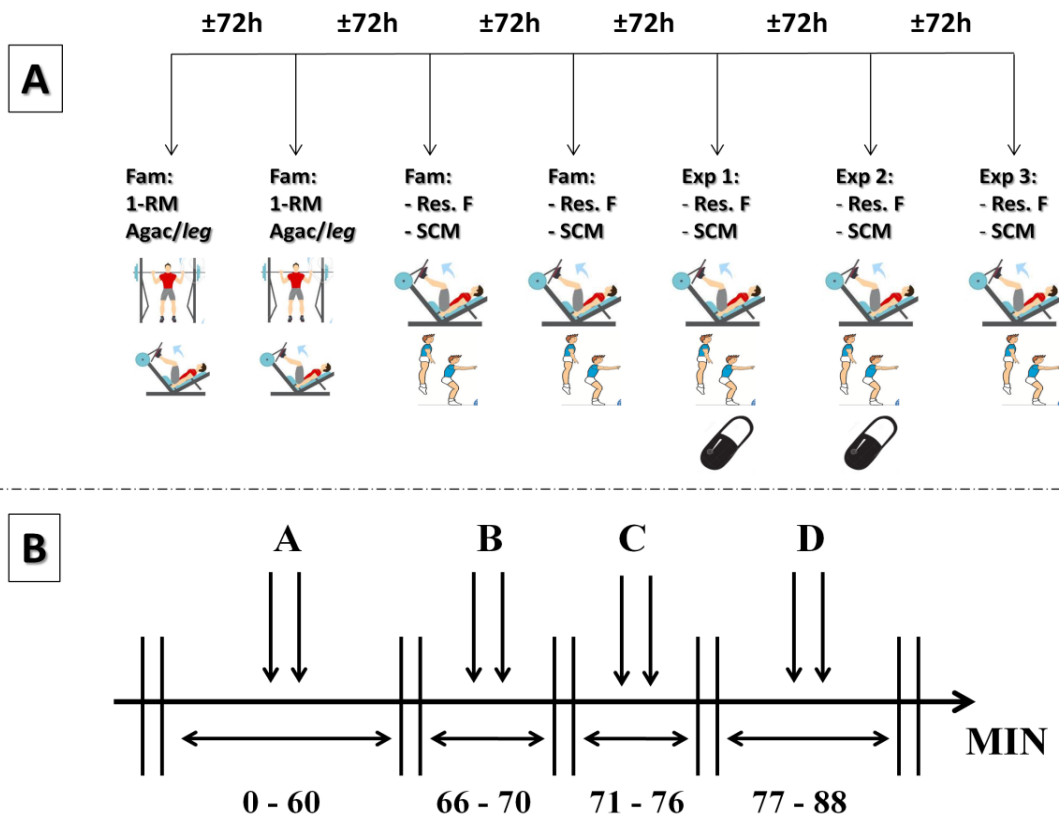


Figura 1: Desenho experimental do estudo. **Painel A:** Ilustração de todas as 7 sessões que constituíram o estudo, incluindo as sessões de familiarização (Fam) e Experimentais (Exp). **Painel B:** Visão geral das sessões experimentais. As 3 sessões experimentais tiveram ordem aleatória. Legenda: A - período de espera após a ingestão dos tratamentos; B - aquecimento geral; C - teste de potência (SCM); D - teste de resistência de força (Res. F).

Ainda na primeira visita, assim como na segunda visita também, também foram realizadas sessões de familiarização ao teste de força máxima dinâmica (1-RM), nos exercícios meio agachamento e *leg press* 45°. O teste de 1-RM no exercício meio agachamento foi aplicado somente para preencher os critérios de elegibilidade do estudo, enquanto o teste de 1-RM no *leg press* 45° foi utilizado exclusivamente para a relativização da intensidade do teste de resistência de força para cada indivíduo. As duas visitas subsequentes consistiram em sessões de familiarização ao teste de potência muscular durante o exercício salto vertical com contramovimento (SCM), e ao teste de resistência de força (número de repetições realizadas em um determinado percentual do 1-RM) no exercício *leg press* 45°. Os indivíduos foram considerados familiarizados quando a variação das medidas entre as sessões foram $\leq 5\%$. O coeficiente de variação calculado para a altura do SCM e para o número total de repetições foi de, respectivamente, $0.3 \pm 0.3\%$ e $3.2 \pm 1.6\%$. Caso extravasassem a variação permitida, uma nova sessão de familiarização era realizada. Foram necessárias, em média, 3 ± 1 sessões para a completa familiarização dos participantes. Já as visitas 5, 6 e 7 foram as sessões experimentais. Em tais sessões, 45 minutos antes do início dos testes físicos, uma das três intervenções foi designada: suplementação com capsaicina (CAP); suplementação com placebo (PLA); ou sem suplementação (condição controle - CON). As sessões experimentais foram realizadas em dias diferentes, com pelo menos 3 a 7 dias de intervalo de uma sessão para outra.

Todos os testes foram padronizados para serem executados no mesmo horário do dia, após período de jejum de 4 horas (Grgic et al., 2019). Foi solicitado aos participantes



que não realizassem a ingestão de alimentos e de substâncias contendo cafeína nas 12 horas anteriores às sessões experimentais, e que fizessem um recordatório alimentar 24 horas antes de cada teste experimental, de modo a avaliar a aderência à orientação acima mencionada. A dosagem de capsaicina administrada foi de 12 mg, e foi entregue em cápsulas gelatinosas. A suplementação com placebo foi entregue em cápsulas idênticas às de capsaicina, de modo a manter o desenho duplo-cego e não criar *feedbacks* nos participantes e avaliadores.

2.3 AVALIAÇÃO DA FORÇA MÁXIMA DINÂMICA (1-RM)

A força máxima dinâmica (1-RM) para os exercícios meio agachamento e *leg press* 45° foi avaliada em equipamentos específicos (respectivamente, *Leg Press* 45°, Movement, São Paulo; e *Smith Machine*, Cybex, Massachusetts, EUA). O posicionamento do corpo, das mãos e dos pés de cada sujeito foi determinado e gravado com marcas fixas sobre as barras, plataformas e sobre os bancos durante as sessões de familiarização e foram reproduzidas por todo o estudo. Todos os procedimentos de aquecimento geral, específico e tentativas seguiram as orientações da Sociedade Americana de Fisiologistas do Exercício (ASEP, do inglês, “*American Society of Exercise Physiologists*”) (Brown & Weir, 2001). Todos os testes foram acompanhados por dois pesquisadores experientes e foi fornecido encorajamento verbal durante todas as tentativas.

2.4 AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA MUSCULAR

A potência muscular foi determinada a partir da altura obtida em SCM, o qual foi analisado através do aplicativo *My Jump 2* (Carlos Balsalobre-Fernandez & Pacolabs, versão 3.2.2) instalado em um *iPhone 6s* (Apple, EUA), utilizando frequência de 240Hz e resolução de alta definição de 1080p. O *iPhone 6s* foi fixado em um tripé e posicionado no plano frontal, de frente ao executante do SCM a uma distância de 1,5 metros. Após a gravação do salto, nos quadros do vídeo foram identificadas a fase de impulsão (ausência de contato dos pés com o solo) e fase de pouso (presença de contato dos pés com o solo) do SCM. Feito isso, foi determinada a altura do SCM em centímetros pelo aplicativo *My Jump 2* utilizando a equação de Bosco (Bosco et al., 1983):

$$\text{Altura (metros)} = (g \times \text{tempo de voo}^2) / 8$$

Sendo g = aceleração da gravidade (9.81 m/s²)

Foram realizados 3 SCM máximos, com intervalo de recuperação de 2 minutos entre cada salto. O maior valor obtido dos 3 saltos foi utilizado para análise.

2.5 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE FORÇA

A avaliação da resistência de força ocorreu para o exercício *leg press* 45°, e consistiu da realização de 4 séries até a falha concêntrica, sob 70% 1-RM. Por questões de segurança foi permitido um intervalo de descanso de 2 minutos entre as séries. Todos os testes foram acompanhados por pesquisadores experientes. Foi registrado o número de repetições realizadas por série, bem como o total de repetições realizadas durante as sessões de familiarização e experimentais.

2.6 PROTOCOLO DE SUPLEMENTAÇÃO

Durante as sessões CAP e PLA, cada participante recebeu uma cápsula contendo 12 mg de capsaicina ou placebo (amido), em cápsulas de mesmo tamanho, cor e aparência.



Tal dosagem foi selecionada com base no relato de estudos prévios, onde foi constatado que suplementação aguda de mais de 33 mg por dia de capsaicinoides aumenta a motilidade gástrica (Szallasi & Blumberg, 1999). Os suplementos foram fornecidos 45 minutos antes do início de cada teste. O motivo da seleção deste momento está relacionado ao fato de a capsaicina atingir as suas concentrações máximas 45 minutos após a sua suplementação aguda (Chaiyasit et al, 2009). As cápsulas foram ingeridas junto com 200 mL de água. No final da última visita cada voluntário foi inquirido se foi possível distinguir entre os tratamentos, e em caso afirmativo, eles foram convidados a indicar a ordem das condições experimentais. A administração das sessões experimentais foi aleatorizada e contrabalanceada segundo o Quadrado de William, e as cápsulas foram codificadas por um pesquisador não afiliado à pesquisa para assegurar a eficácia do desenho duplo-cego.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram testados quanto à normalidade e tratados para estatística descritiva básica. Após a confirmação da normalidade dos dados, a análise do efeito da intervenção sobre a altura do SCM e sobre o número total de repetições foi conduzida aplicando-se Modelos Mistos com medidas repetidas, assumindo 'Condição' (CON, PLA, CAP) como fator fixo, e 'Participantes' como fator aleatório. Além disso, Modelos Mistos com medidas repetidas foram conduzidos para a análise do efeito da suplementação sobre o número de repetições executadas por série, assumindo 'Condição' (CON, PLA, CAP) e 'Série' (Série 1, Série 2, Série 3, Série 4) como fatores fixos, e 'Participantes' como fator aleatório. Na eventualidade de um valor significativo de F, um *post-hoc* de Tukey foi utilizado para comparações específicas. O Teste Exato de Fisher foi usado para comparar a proporção de acertos e erros dos participantes quanto à condição experimental recebida (isto é, placebo ou capsaicina). O tamanho do efeito (TE) foi calculado para verificar a magnitude das alterações no número total de repetições entre o período pré e pós-intervenção para as condições experimentais, utilizando a seguinte classificação: <0.2, efeito trivial; 0.2 - 0.49, efeito pequeno; 0.50 - 0.79, efeito moderado; >0.80, efeito grande. A análise dos dados foi conduzida no software SAS 9.3. O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0.05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 DESEMPENHO DA RESISTÊNCIA DE FORÇA

Não foi observado efeito de ordem ($p=0.678$). Nenhum efeito principal de 'Grupo' foi revelado pela análise do modelo misto ($p=0.854$) (Figura 1, Painel A), e o número total de repetições foi semelhante no CAP em comparação com PLA ($p=0.851$; ES=0.19; +3 repetições; +8.5%) e CON ($p=0.988$; ES=0.05; +1 repetição; +2.7%), bem como entre PLA e CON ($p=0.916$; ES=-0.14; -2 repetições; -3.0%). A análise individual mostrou que 8 e 6 dos 16 participantes melhoraram seu número total de repetições acima da variação da medida com CAP em comparação com PLA e CON, respectivamente. Além disso, 4 dos 16 participantes melhoraram seu número total de repetições acima da variação da medida com PLA em comparação com CON.

Um efeito principal de 'Série' ($p<0.0001$) foi detectado para o número de repetições por série, o que significa que as repetições diminuiram ao longo das séries no teste de resistência de força. No entanto, nenhuma interação significativa Grupo x Série foi identificada ($p=0.958$).

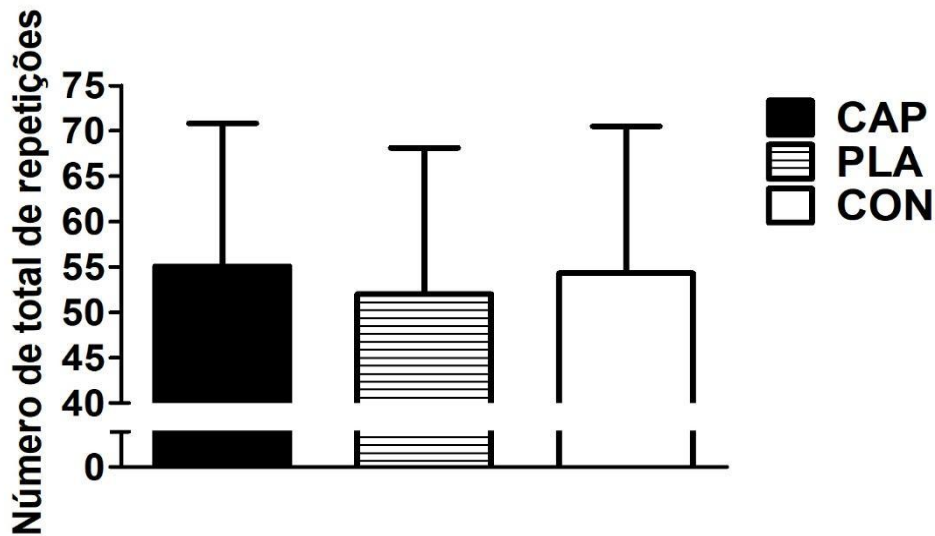


Figura 1: número total de repetições realizadas pelos grupos capsaicina (CAP), placebo (PLA) e controle (CON) durante o teste de resistência de força.

3.2 DESEMPENHO DA POTÊNCIA MUSCULAR

Nenhum efeito de ordem foi demonstrado ($p=0.772$). Nenhum efeito principal de 'Grupo' foi revelado pela análise do modelo misto ($p=0.976$) (Figura 2), e o desempenho no SCM foi semelhante no grupo CAP em comparação com o PLA ($p=0.974$; ES=-0.08; -0.3 cm; -0.6%) e o CON ($p=0.990$; ES=-0.05; -0.2 cm; -0.2%), bem como entre PLA e CON ($p=0.996$; ES=0.03; +0.1 cm; +0.4%). A análise individual mostrou que 6 e 5 dos 16 participantes melhoraram seu desempenho no SCM acima da variação da medida com CAP em comparação com PLA e CON, respectivamente. Além disso, 8 dos 16 participantes melhoraram seu desempenho no SCM acima da variação da medida com PLA em comparação com CON.

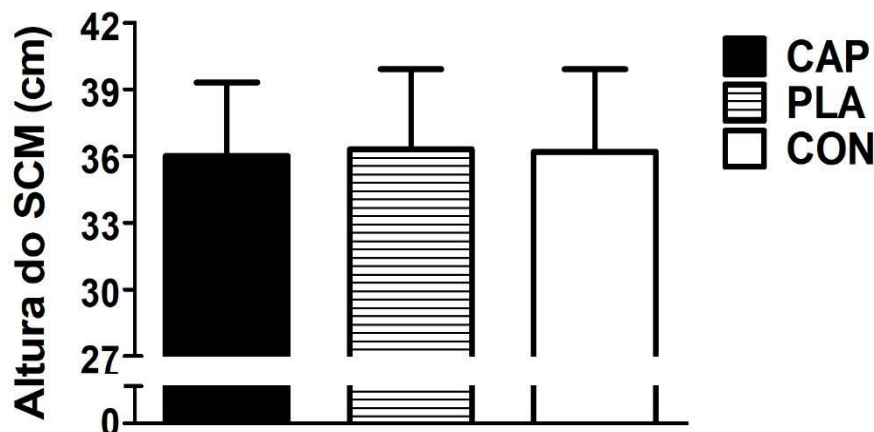


Figura 2: Altura atingida durante teste de salto com contramovimento (SCM) pelos grupos capsaicina (CAP), placebo (PLA) e controle (CON).

3.3 EFEITOS COLATERAIS E EFICÁCIA DO VENDAMENTO

Nenhum efeito colateral foi relatado pelos participantes em decorrência das intervenções testadas. Apenas 7 dos 16 participantes previram corretamente quando receberam capsaicina, enquanto 9 dos 16 identificaram corretamente quando receberam



placebo. O Teste Exato de Fisher não revelou diferenças na proporção de identificação do suplemento entre as condições experimentais ($p=0.724$).

Utilizando uma abordagem transparente e robusta, foram apresentadas evidências objetivas e imparciais indicando que a suplementação de capsaicina não exerce qualquer efeito ergogênico sobre a resistência de força ou sobre a potência muscular de membros desempenho de salto.

A capsaicina e os seus análogos não pungentes, como o capsaiato, têm despertado interesse por seus potenciais efeitos ergogênicos, os quais se supõe serem decorrentes de sua interação seletiva com o canal TRPV1 (Ludy et al., 2012). O TRPV1 é um canal catiônico não seletivo expresso no tecido muscular esquelético, particularmente localizado no retículo sarcoplasmático, onde desempenha um papel regulador no metabolismo do cálcio e, conseqüentemente, na contratilidade muscular (Lotteau et al., 2013). Portanto, ao aumentar a ligação das pontes cruzadas de actina e miosina, a capsaicina poderia promover o aumento da produção de força em diversas modalidades de exercício. Além dos seus efeitos fisiológicos propostos, o consumo de capsaicina tem sido associado a reduções na percepção subjetiva de esforço (PSE) e na percepção da dor (Derry et al., 2017; De Moura et al., 2021), ambos fatores psicológicos críticos que influenciam o desempenho físico. Ao atenuar a experiência subjetiva de desconforto e esforço durante o exercício, a capsaicina poderia indiretamente facilitar a melhora dos resultados de desempenho, particularmente em contextos de exercícios de alta intensidade. Considerando esses mecanismos fisiológicos, a capsaicina emergiu nos últimos anos como um composto de interesse no campo da ciência do esporte e do exercício, com pesquisadores explorando suas possíveis aplicações no aumento da resistência muscular e do desempenho de potência (De Moura et al., 2021).

Nesse sentido, evidências meta-analíticas demonstraram que a suplementação com capsaicina ou seu análogo capsaiato pode melhorar o desempenho da resistência de força (Grgic et al. 2022), enquanto descobertas de estudos agudos sugerem ainda benefícios potenciais na potência muscular (Da Silva et al., 2022; Rashki et al., 2025). No entanto, uma limitação metodológica notável em todo esse corpo de evidências reside na caracterização do estado de treinamento dos participantes. Embora muitos estudos relatem a inclusão de indivíduos treinados, nenhum deles empregou critérios padronizados ou amplamente aceitos para definir objetivamente o nível de treinamento. Isso provavelmente resultou em amostras com desempenho físico heterogêneo, introduzindo variabilidade que pode ser parcialmente responsável pelas descobertas observadas entre os estudos. Além disso, estudos anteriores não relataram a realização de cálculos de tamanho amostral, levantando preocupações de que muitas dessas investigações podem ter baixo poder estatístico. Outra preocupação metodológica importante em investigações anteriores envolve o número limitado de sessões de familiarização aos testes físicos conduzidas antes das sessões experimentais. A familiarização insuficiente pode comprometer a reprodutibilidade do teste, gerando dificuldade em discernir se as alterações de desempenho observadas após a suplementação de capsaicina são adaptações fisiológicas genuínas ou simplesmente se enquadram na faixa esperada de variabilidade de medição. Por fim, todos os estudos existentes sobre os efeitos da capsaicina no exercício aplicaram delineamentos duplo-cegos, controlados por placebo, incluindo apenas uma única condição de controle (isto é, a condição placebo). Embora este seja um procedimento padrão na maioria dos ensaios clínicos, essa abordagem tem sido cada vez mais criticada no contexto da pesquisa em nutrição esportiva (De Salles Painelli et al., 2020), especialmente por não levar em conta adequadamente os efeitos da expectativa. A mera crença de que uma substância ativa, como a capsaicina, foi ingerida pode influenciar fatores psicológicos, como motivação e autoeficácia, que podem, de forma independente, melhorar o desempenho.



Conseqüentemente, as melhoras observadas no exercício podem ser motivadas, pelo menos em parte, pelas expectativas dos participantes, e não pelos verdadeiros efeitos farmacológicos da capsaicina.

No presente estudo, implementamos diversas precauções metodológicas para mitigar fontes comuns de vies encontradas em pesquisas anteriores com capsaicina. Primeiro, o tamanho da amostra foi determinado por meio de uma análise de poder *a priori* para garantir poder estatístico adequado. Segundo, foram recrutados exclusivamente participantes do sexo masculino com nível avançado de treinamento resistido, aplicando critérios bem definidos para garantir uma amostra homogênea e adequadamente qualificada. Terceiro, os participantes foram plenamente familiarizados com os testes físicos, permitindo uma estimativa precisa do erro de medição e minimizando efetivamente os potenciais efeitos de aprendizagem. Por fim, de acordo com recomendações metodológicas recentes (De Salles Painelli et al., 2020), este estudo empregou um delineamento de duplo controle, incorporando uma condição de linha de base sem qualquer substância ingerida (isto é, uma condição controle sem qualquer suplementação) e uma condição placebo como controles. Essa abordagem permite uma distinção mais clara entre os efeitos da suplementação com placebo e capsaicina em relação à linha de base, permitindo assim uma avaliação mais precisa da influência das expectativas dos participantes nos resultados de desempenho. Confia-se que esse conjunto de cuidados metodológicos foi capaz de, efetivamente, mitigar os vieses comuns às pesquisas anteriores com suplementação de capsaicina, permitindo-nos concluir que a capsaicina não exerce qualquer efeito ergogênico sobre a potência muscular ou sobre a resistência de força. É importante destacar que grande parte das evidências que sustentam o impacto fisiológico da capsaicina no metabolismo do cálcio deriva principalmente de modelos experimentais em roedores, com uma evidente falta de estudos que investiguem esse mecanismo em humanos (Lotteau et al., 2013).

Este estudo apresenta limitações que justificam consideração. Primeiro, estes achados limitam-se a homens jovens, com nível avançado de treinamento resistido, não sendo possível extrapolá-los para outras populações, como mulheres ou pessoas idosas. Segundo, embora os participantes tenham sido instruídos a manter seus hábitos alimentares habituais durante todo o estudo, a sua ingestão alimentar não foi formalmente monitorada ou quantificada. No entanto, o delineamento *crossover* provavelmente mitigou potenciais efeitos de confusão decorrentes de variações no estado nutricional. Além disso, os testes físicos utilizados neste estudo não refletem integralmente as sessões de treinamento resistido ou de potência do 'mundo real', as quais frequentemente envolvem múltiplos exercícios e maiores volumes de exercícios, projetados para maximizar as adaptações musculares. Portanto, pesquisas adicionais são necessárias para explorar os efeitos da suplementação de capsaicina em um espectro mais amplo de protocolos de teste, variando em duração, intensidade, repetições e intervalos de descanso.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluindo, a suplementação aguda de capsaicina não melhora a resistência de força ou a potência muscular de membros inferiores em indivíduos jovens com nível avançado de treinamento resistido. Pesquisas adicionais, empregando delineamentos experimentais rigorosos e bem controlados, são necessárias antes de endossar essa estratégia nutricional para o aprimoramento do desempenho atlético.



REFERÊNCIAS

ALLEN, D.G.; LAMB, G.D.; WESTERBLAD, H. Impaired calcium release during fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 104, n. 1, p. 296-305, 2008.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 50, n. 2, p. 273–282, 1983.

BROWN, L.E.; WEIR, J.P. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.

CHAIYASIT, K.; KHOVIDHUNKIT, W.; WITTAYALERTPANYA, S. Pharmacokinetic and the effect of capsaicin in *Capsicum frutescens* on decreasing plasma glucose level. **Journal of the Medical Association of Thailand**, v. 92, n. 1, p. 108–113, 2009.

DA SILVA, B.V.C.; MOTA, G.R.; MAROCOLO, M.; MARTIN, J.S.; PRADO, L.S. Acute Supplementation with Capsaicin Enhances Upper-Limb Performance in Male Jiu-Jitsu Athletes. **Sports (Basel)**, v. 10, n. 8, p. 120, 2009.

DE MOURA, H.P., CHOLEWA, J.M., JAEGER, R., CAMPOS, E.Z., ROSA, B.V., NUNES, F.A., BARROS, C.C., ROSSI, P.A., GEROSA-NETO, J., ZANCHI, N.E., ROSSI, F. E. Acute low-dose capsiate supplementation improves upper body resistance exercise performance in trained men: A randomized, crossover and double-blind study. **International Journal of Exercise Science**, v. 15, n. 2, p. 1007–1018, 2022.

DERRY S., RICE A.S., COLE P., TAN T., MOORE R.A. Topical capsaicin (high concentration) for chronic neuropathic pain in adults. **The Cochrane Database of Systematic Review**, v. 28, n. 2, p. CD007393, 2013.

DE SALLES PAINELLI, V.; BRIETZKE, C.; FRANCO-ALVARENGA, P.E.; CANESTRI, R.; VINÍCIUS, Í.; PIRES, F.O. Comment on: "Caffeine and Exercise: What Next?". **Sports Medicine**, v. 50, n. 6, p. 1211-1218, 2020.

EVANS, J.W. Periodized Resistance Training for Enhancing Skeletal Muscle Hypertrophy and Strength: A Mini-Review. **Frontiers in Physiology**, v. 23, n. 10, p. 13, 2019.

GRGIC, J.; LAZINICA, B.; GAROFOLINI, A.; SCHOENFELD, B.J.; SANER, N.J.; MIKULIC, P. The effects of time of day-specific resistance training on adaptations in skeletal muscle hypertrophy and muscle strength: A systematic review and meta-analysis. **Chronobiology International**, v. 36, n. 4, p. 449-460, 2019.

GRGIC, J.; MEMON, A.R.; CHEN, S.; RAMIREZ-CAMPILLO, R.; BARRETO, G.; HAUGEN, M.E.; SCHOENFELD, B.J. Effects of Capsaicin and Capsiate on Endurance Performance: A Meta-Analysis. **Nutrients**, v. 14, n. 21, p. 4531, 2022.

JOSSE, A.R.; SHERRIFFS, S.S.; HOLWERDA, A.M.; ANDREWS, R.; STAPLES, A.W.; PHILLIPS, S.M. Effects of capsinoid ingestion on energy expenditure and lipid oxidation at rest and during exercise. **Nutrition & Metabolism**, v. 7, p. 65, 2010.



KAZUYA, Y.; TONSON, A.; PECCHI, E.; DALMASSO, C.; VILMEN, C.; FUR, Y.L.; BEMARD, M.; BENDAHAN, D.; GIANNESINI, B. A single intake of capsiate improves mechanical performance and bioenergetics efficiency in contracting mouse skeletal muscle. **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism**, v. 15, p. 1110-1119, 2014.

KAWADA, T.; HAGIHARA, K.; IWAI, K. Effects of capsaicin on lipid metabolism in rats fed a high fat diet. **The Journal of Nutrition**, v. 116, n. 7, p. 1272-1278, 1986.

LOTTEAU, S.; DUCREUX, S.; ROMESTAING, C.; LEGRAND, C.; VAN COPPENOLLE, F. Characterization of functional TRPV1 channels in the sarcoplasmic reticulum of mouse skeletal muscle. **PLoS One**, v. 8, n. 3, p. e58673, 2013.

LUDY, M,J,. MOOREM G,E,. MATTESM R,D. The effects of capsaicin and capsiate on energy balance: critical review and meta-analyses of studies in humans. **Chemical Senses**, v. 37, n. 2, p. 103-121, 2012.

OXFELDT, M.; OVERGAARD, K.; HVID, L.G.; DALGAS, U. Effects of plyometric training on jumping, sprint performance, and lower body muscle strength in healthy adults: A systematic review and meta-analyses. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 29, n. 10, p. 1453-1465, 2019.

RASHKI, M.; HEMMATINAFAR, M.; SAFARI, K.; IMANIAN, B.; REZAEI, R.; KOUSHKIE JAHROMI, M.; SUZUKI, K. Capsaicin's Role in Mitigating Muscle Soreness and Enhancing Futsal Players' Recovery After Exercise-Induced Muscle Damage. **Nutrients**, v. 17, n. 5, p. 813, 2025.

SAHLIN, K. Metabolic factors in fatigue. **Sports Medicine**, v. 13, n. 2, p. 99-107, 1992.

SANTOS JUNIOR, E.R.T.; DE SALLES, B.F.; DIAS, I.; RIBEIRO, A.S.; SIMÃO, R.; WILLARDSON, J.M. Classification and Determination Model of Resistance Training Status. **Strength and Conditioning Journal**, v. 43, n. 5, p 77-86, 2021.

SZALLASI, A.; BLUMBERG, P.M. Vanilloid (Capsaicin) receptors and mechanisms. **Pharmacological Reviews**, v. 51, n. 2, p. 159-212, 1999.