

Efeito antioxidante e anti-inflamatório da Cúrcuma Longa e seu impacto sobre a lesão muscular induzida pelo exercício físico: Existe uma relação?

Antioxidant and anti-inflammatory effects of Turmeric and its impact on muscle damage induced by physical exercise: Is there a relationship?

Efecto antioxidante y anti-inflamatorio de la Cúrcuma Longa y su impacto en el daño muscular inducido por el ejercicio físico: ¿Existe una relación?

Recebido: 12/04/2023 | Revisado: 24/04/2023 | Aceitado: 25/04/2023 | Publicado: 29/04/2023

Geraildo de Andrade Lira Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8190-0806>

Centro Universitário UNIFACISA, Brasil

E-mail: nutri.geraildo@gmail.com

Diego Elias Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3563-3794>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: diegoelias.ufcg@gmail.com

Resumo

Introdução: As dores musculares ocasionadas pelo exercício físico intenso são caracterizadas pelo desconforto e formação de edema, principalmente quando o corpo não está habituado, ocorrendo devido à micro lesões das fibras musculares, estendendo-se pelo período de 24 a 72h. Um alimento fonte de compostos bioativos com estas atividades é a cúrcuma longa, podendo ser utilizada no processo de prevenção/recuperação destas lesões. **Objetivo:** Evidenciar os efeitos antioxidantes e anti-inflamatório da cúrcuma e o seu impacto sobre a lesão muscular induzida pelo exercício físico. **Metodologia:** Realizou-se pesquisa de revisão nas bases de dados Pubmed, Science Direct e SciELO. Como critérios de inclusão adotaram-se artigos originais na língua inglesa publicados entre os anos de 2014 e 2020. Após filtragem inicial, encontrou-se um total de 916 artigos, sendo 10 estudos selecionados para a pesquisa. **Resultados:** 100% das pesquisas analisadas demonstraram efeito positivo da utilização da cúrcuma na atenuação de marcadores inflamatórios e antioxidantes, considerando uma dosagem variante de 90mg a 5g/dia. Sua ingestão resultou também na redução da percepção da dor em todos os estudos. Protocolos com maior duração e que realizaram a suplementação pós exercício foram mais efetivos na redução dos marcadores como creatina quinase, interleucina-6, interleucina-8, interleucina-10, fator de necrose tumoral alfa, Glutathione peroxidase e Glutathione reduzida. **Conclusão:** Baseado nas evidências encontradas no estudo, pode-se verificar a eficácia da utilização da cúrcuma como coadjuvante/estratégia para a prevenção e tratamento de dores musculares ocasionados por exercício intenso.

Palavras-chave: Exercício físico; Suplementação; Curcuma.

Abstract

Introduction: Muscle pain caused by intense physical exercise is characterized by discomfort and edema formation, especially when the body is not used to it, occurring due to microlesions of the muscle fibers, extending over a period of 24 to 72 hours. A food source of bioactive compounds with these activities is turmeric, which can be used in the prevention/recovery process of these injuries. **Objective:** To demonstrate the antioxidant and anti-inflammatory effects of turmeric and its impact on muscle damage induced by physical exercise. **Methodology:** A review research was carried out in Pubmed, Science Direct and SciELO databases. As inclusion criteria, original articles in English published between 2014 and 2020 were adopted. After initial filtering, a total of 916 articles were found, with 10 studies selected for the research. **Results:** 100% of the studies analyzed showed a positive effect of the use of turmeric in the attenuation of inflammatory and antioxidant markers, considering a variant dose of 90mg to 5g/day. Its ingestion also resulted in the reduction of pain perception in all studies. Longer duration protocols that performed post-exercise supplementation were more effective in reducing markers such as creatine kinase, interleukin-6, interleukin-8, interleukin-10, tumoral necrosis factor alpha, glutathione peroxidase and reduced glutathione. **Conclusion:** Based on the evidence found in the study, the effectiveness of using turmeric as a coadjuvant/strategy for the prevention and treatment of muscle pain caused by intense exercise can be verified.

Keywords: Exercise; Dietary supplements; Curcuma.

Resumen

Introducción: El dolor muscular causado por el ejercicio físico intenso se caracteriza por molestias y formación de edemas, especialmente cuando el organismo no está acostumbrado, que se presenta por microlesiones de las fibras

musculares, prolongándose en un período de 24 a 72 horas. Una fuente alimenticia de compuestos bioactivos con estas actividades es la cúrcuma, la cual puede ser utilizada en el proceso de prevención/recuperación de estas lesiones. **Objetivo:** Demostrar los efectos antioxidantes y antiinflamatorios de la cúrcuma y su impacto en el daño muscular inducido por el ejercicio físico. **Metodología:** Se realizó una investigación de revisión en las bases de datos Pubmed, Science Direct y SciELO. Como criterios de inclusión, se adoptaron artículos originales en inglés publicados entre 2014 y 2020. Después de la filtración inicial, se encontraron un total de 916 artículos, con 10 estudios seleccionados para la investigación. **Resultados:** El 100% de los estudios analizados demostraron un efecto positivo del uso de la cúrcuma en la atenuación de marcadores inflamatorios y antioxidantes, considerando una dosis variante de 90mg a 5g/día. Su ingestión también resultó en la reducción de la percepción del dolor en todos los estudios. Los protocolos de mayor duración que realizaron la suplementación posterior al ejercicio fueron más efectivos en la reducción de marcadores como la creatina quinasa, la interleucina-6, la interleucina-8, la interleucina-10, el factor de necrosis tumoral alfa, la glutatión peroxidasa y la glutatión reducida. **Conclusión:** En base a la evidencia encontrada en el estudio, se puede comprobar la efectividad del uso de la cúrcuma como coadyuvante/estrategia para la prevención y tratamiento del dolor muscular provocado por el ejercicio intenso.

Palabras clave: Ejercicio físico; Suplementos dietéticos; Curcuma.

1. Introdução

No contexto mundial de promoção de saúde, a busca por atividades físicas tem crescido exponencialmente nos últimos anos, seja por visar saúde ou uma melhora estética. Do praticante do nível mais inicial ao atleta de alto rendimento, de forma esporádica ou com assiduidade, todos estes estão sujeitos a sofrerem lesões em decorrência do exercício físico (Barroso & Thiele, 2011). Desse modo, as lesões em microescalas são um resultado normal do estresse ao qual o corpo é submetido, podendo acarretar Dores Musculares de Início Tardio (DMIT) (Berton et al., 2012).

As DMIT são caracterizadas por desconforto, rigidez muscular e edemas na região de execução do exercício, principalmente quando realizado de maneira excêntrica, o qual o corpo não está habituado (Nahon et al., 2021). A etiologia da DMIT é multifatorial, porém alguns de seus mecanismos já são bastante conhecidos. As DMIT são causadas devido à micro lesões das fibras musculares causadas por estresse mecânico dos sarcômeros, gerando uma resposta inflamatória e dor entre um intervalo de tempo que varia entre 24, 48 e 72 horas (Berton et al., 2012). De acordo com Foschini et al., (2007), a dor não se manifesta até aproximadamente 8 horas após o exercício, porém, tem sua intensidade aumentada nas primeiras 24 horas.

Diversos estudos têm correlacionado as propriedades nutricionais presentes nos alimentos e suplementos, com a prevenção e melhora das DMIT. A suplementação de componentes vegetais tem sido relatada na redução das lesões musculares induzidas pelo exercício físico, além de potencializar o desempenho e performance e reduzir marcadores inflamatórios e do estresse oxidativo (Meamarbashi & Rajabi, 2014; Drobnic et al., 2014). Isto porque estes compostos são ricos em compostos bioativos que apresentam atividade antioxidante, anti-inflamatórias dentre outras (Moreira & Rodrigues, 2014).

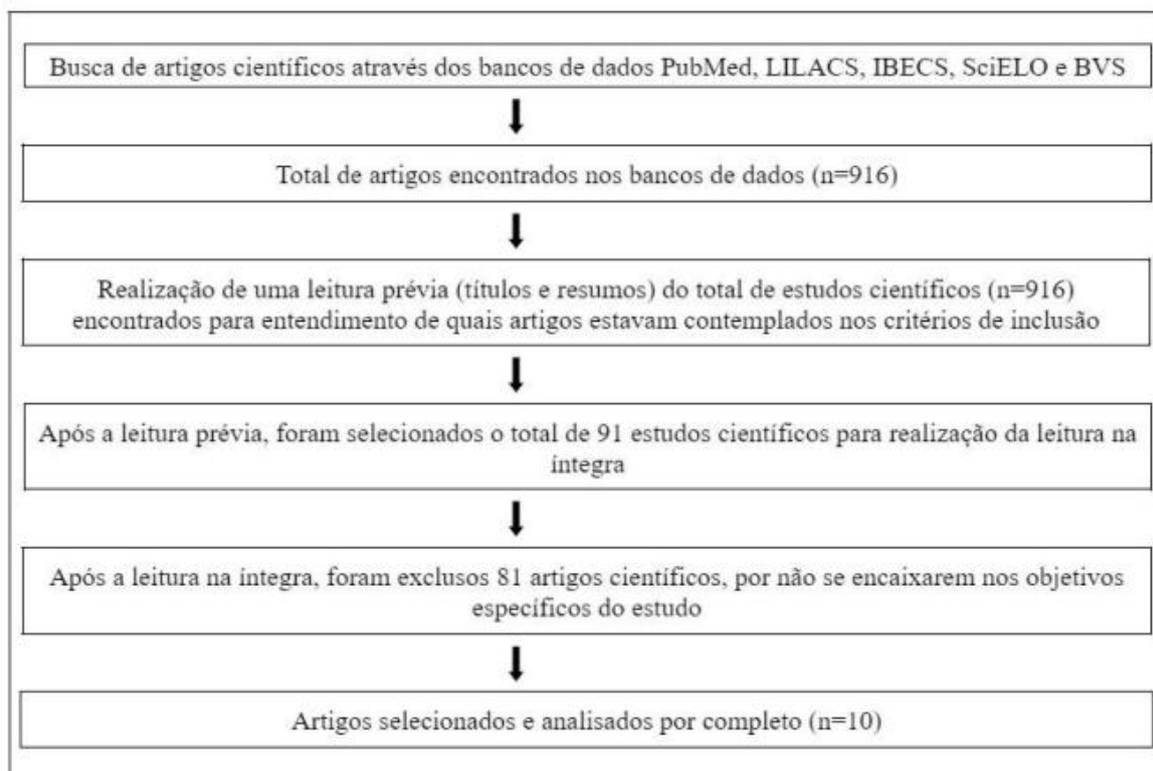
A cúrcuma é um exemplo de composto vegetal rico em compostos bioativos, sendo a curcumina o principal polifenol que a constitui. É comumente conhecida como açafrão e o seu consumo está relacionado às suas propriedades etnomedicinais que incluem: atividade hepática, gastroprotetora, anti-inflamatória, antimicrobiana, anti-HIV, hipolipemiante, hipoglicemiante, antiagregante, dermatológica, oftalmológica, antioxidante, em oncologia, no sistema respiratório, no sistema reprodutor, no sistema digestório e no sistema nervoso central. Diante disto, esta matriz tem ganhado destaque no cenário científico e diversos estudos envolvendo humanos e roedores têm sido conduzidos, a fim de elucidar seus possíveis mecanismos de ação frente a todas as propriedades citadas (Kuptniratsaikul et al., 2014; Francesco et al., 2013; Ganjali et al., 2014).

Apesar de existir na literatura diversos estudos reportando a ação terapêutica da cúrcuma, existe ainda uma lacuna a respeito do seu consumo/suplementação com a melhora de marcadores da lesão muscular induzida pelo exercício físico, considerando dosagem, período de administração e protocolos utilizados para avaliação de dor e marcadores bioquímicos. Sendo assim, o objetivo desta revisão é evidenciar os efeitos antioxidantes e anti-inflamatório da cúrcuma e o seu impacto sobre a lesão muscular induzida pelo exercício físico.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo de revisão sistemática que tem por objetivo compilar dados bem definidos nas ciências sobre uma temática específica e avaliar os resultados relevantes sobre o tema (Galvão & Pereira, 2014). Incluiu-se artigos publicados entre os anos de 2013 e 2023. A consulta do material científico foi realizada através das bases de dados: Pubmed, Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), IBECs, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e BVS, utilizando os seguintes indexadores na língua inglesa: Lesão muscular e exercício excêntrico, Cúrcuma longa e atividade antioxidante e Cúrcuma longa e atividade anti-inflamatória. A partir dessa consulta, foram encontrados 91 artigos, incluindo estudos transversais, estudos qualitativos, estudos de coorte, pesquisas online e revisões bibliográficas que relacionaram o efeito antioxidante e anti-inflamatório da cúrcuma longa sobre a lesão muscular induzida pelo exercício físico. Quanto aos critérios de inclusão, selecionou-se artigos originais, na língua inglesa, publicados nos últimos 10 anos; realizados apenas com indivíduos adultos e disponíveis para a leitura na íntegra. Foram descartados artigos de revisão, resumos, trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações. Para a leitura na íntegra foram selecionados 10 artigos científicos que se adequaram a todos os critérios. Todos os procedimentos metodológicos realizados estão descritos de acordo com a figura enumerada com número 1.

Figura 1 – Fluxograma de coleta e organização dos dados.



Fonte: Dados dos autores.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a tabela apresentada, foram selecionados 10 artigos que trataram dos efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes de cúrcuma longa na lesão muscular induzida pelo exercício resistido. No geral, nestes estudos foram avaliados os principais marcadores inflamatórios do dano muscular como: creatina quinase (CK), interleucina-6 (IL-6), interleucina-8 (IL-8), interleucina-10 (IL-10) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), além de produtos da peroxidação lipídica e atividade das enzimas glutatona peroxidase (GPX) e glutatona reduzida (GSH). Para avaliação do impacto do consumo da curcumina

na percepção da dor foi utilizado a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e a Escala Analógica Visual. Uma visão geral das características dos estudos e os principais resultados estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Visão geral dos estudos que investigaram a relação entre a suplementação de cúrcuma longa e o impacto nos marcadores anti-inflamatórios e antioxidantes sob lesões musculares induzidas pelo exercício.

| REFERÊNCIA | OBJETIVO DO ESTUDO | INTERVENÇÃO | AValiação DE INTERESSE | RESULTADOS |
|---------------------------------|---|--|--|--|
| Drobnic <i>et al.</i> , 2014. | Avaliar o impacto da suplementação sobre parâmetros de estresse oxidativo e inflamação relacionada à lesão muscular aguda induzida por exercício excêntrico contínuo. | 200 mg de curcumina (2x ao dia - café da manhã e jantar). Início da suplementação - 48 horas antes do teste de corrida em declive e continuada por 24 horas após o teste. | Atividade anti-inflamatória e antioxidante da curcumina na lesão muscular induzida pelo exercício. | ↓ percepção de dor nos membros inferiores para o grupo Meriva®; = IL-8 no grupo Meriva®; = CK para os grupos Meriva® e placebo; ↑ CAT, GPx e PCR para os grupos Meriva® e placebo; = número de evidências de lesão muscular em ressonâncias magnéticas para os grupos Meriva® e placebo. |
| Takahashi <i>et al.</i> , 2014. | Investigar os efeitos da suplementação de curcumina no estresse oxidativo induzido pelo exercício em humanos. | Administração oral de 90 mg de curcumina ou placebo 2 h antes do exercício e imediatamente após o exercício. | Verificar os efeitos da curcumina no estresse oxidativo induzido pelo exercício. | = d-ROMs, TRX-1, TBARS e GSSG para os grupos curcumina e placebo; ↑ BAP pós-exercício comparado ao pré-exercício no grupo curcumina; = Percepção Subjetiva de Esforço para os grupos curcumina e placebo. |
| Nicol <i>et al.</i> , 2015. | Determinar os efeitos da curcumina na lesão muscular, inflamação e dor muscular de início tardio (DMIT). | 2,5g de curcumina (2x ao dia) Início da suplementação - 2 dias antes e 3 dias após o exercício excêntrico unipodal. | Mensurar a ação anti-inflamatória da curcumina no dano muscular e na DMIT. | ↓ moderadas e grandes na percepção de dor muscular para o grupo curcumina; ↓ na atividade de CK para o grupo curcumina; = IL-6 e TNF- α para os grupos curcumina e placebo. |
| Tanabe <i>et al.</i> , 2015. | Investigar se a ingestão de curcumina atenuaria o dano muscular após o exercício excêntrico. | 150 mg de curcumina (teracurmina) ou placebo (amido) por via oral antes e 12 h após cada exercício. | Verificar a ação da curcumina nos marcadores de lesão muscular pós-exercício. | ↑ Escala Analógica Visual entre 24 e 96 horas pós-exercício para os grupos curcumina e placebo; ↓ na atividade de CK entre 48 e 96 horas para o grupo curcumina; = IL-6 e TNF- α para os grupos curcumina e placebo. |
| McFarlin <i>et al.</i> , 2016. | Determinar os efeitos da suplementação de curcumina na dor muscular e atividades de vida diária. | 400 mg de curcumina (2x ao dia - Cápsulas foram ingeridas após subirem pela manhã e seguirem um jejum durante a noite (>8h)). Início da suplementação - 2 dias antes e 4 dias após o teste. | Mensurar a eficácia da cúrcuma no tratamento da dor muscular e sua ação anti-inflamatória. | = DMIT para os grupos curcumina e placebo; ↑ CK significativamente menor 48 horas pós-exercício para o grupo curcumina; ↑ TNF- α significativamente menor nos quatro primeiros dias pós-exercício para o grupo curcumina; = IL-6 e IL-10 para os grupos curcumina e placebo. |
| Roohi; Miradlou; Bolboli, 2017. | Avaliar as influências de uma semana de suplementação de curcumina no total capacidade antioxidante (TAC), (GSH) e (MDA) após uma sessão de treinamento intensivo. | 90 mg de curcumina ou placebo diariamente por 7 dias antes do estudo principal. | Analisar os efeitos agudos da curcumina nos marcadores antioxidantes. | ↑ TAC imediatamente pós-exercício para o grupo curcumina; ↓ MDA-TBARS para o grupo curcumina imediatamente pós-exercício; ↑ GSH em 24 e 48 horas pós-exercício comparado ao pré-exercício para o grupo curcumina. |

| | | | | |
|------------------------------|---|--|---|---|
| Tanabe <i>et al.</i> , 2019. | Comparar o efeito da ingestão de curcumina antes e após o exercício em marcadores de dano muscular após exercício excêntrico. | 90 mg de curcumina (2x ao dia - após o café da manhã e jantar). Início: Primeiro grupo 7 dias antes do exercício e o segundo grupo 7 dias após o exercício. | Examinar os efeitos anti-inflamatórios e no dano muscular da cúrcuma pré e pós-exercício. | ↓ IL-8 reduzidos em 12 horas pós-exercício para o grupo curcumina suplementado pré-exercício; ↓ Dor muscular e CK, respectivamente, no terceiro e sexto dia e no quinto e sétimo dia pós-exercício para o grupo curcumina. |
| Basham <i>et al.</i> , 2019. | Examinar os efeitos da suplementação de curcumina no estresse oxidativo, inflamação, dano muscular e dor muscular. | 500 mg de curcumina (2x ao dia - 2 cápsulas no café da manhã e 1 com o jantar) por 28 dias. | Efeitos da curcumina no estresse oxidativo, inflamação, dano muscular e dor muscular. | ↓ Dor e dano muscular; ↓ CK para o grupo curcumina; = TAC e Malondialdeído para os grupos curcumina e placebo. |
| Amalraj; Diva; Gopi, 2020. | Avaliar a eficácia do Cureit (curcumina biodisponível) na DMIT devido à atividade muscular excêntrica, e garantir o bem-estar dos indivíduos. | Única dose oral de 500 mg de de cúrcuma ou placebo em forma de cápsula. | Efeitos da curcumina no estresse oxidativo, inflamação, dano muscular e dor muscular. | ↓ DMIT para o grupo Cureit®; = CK para os grupos Cureit® e placebo; ↓ Dano muscular e na recuperação da inflamação muscular induzida pelo exercício excêntrico para o grupo Cureit®. |

Fonte: Dados dos autores.

De acordo com o exposto, Drobnic e colaboradores (2014), testaram o efeito da curcumina sobre a redução de danos ocasionados pelo estresse oxidativo e inflamação decorrentes da lesão muscular aguda induzida por exercício contínuo excêntrico. Na ocasião, foi realizado um ensaio clínico randomizado, controlado por placebo, mono cego, ao qual vinte voluntários saudáveis e moderadamente ativos, foram randomizados em dois grupos: suplementado: com 200 mg de curcumina (n=10) (Meriva® 1g duas vezes ao dia após café da manhã e jantar) e placebo (n=10). A suplementação teve início 48 horas antes do teste proposto e foi continuada por 24 horas após o teste, sendo 4 dias totais de suplementação. O teste realizado para a indução de lesão muscular excêntrica foi realizado em uma esteira declinada (grau de esteira -10%) como descrito por Nurenberg et al., (1992) e Malm et al., (2004). Para avaliar o impacto da suplementação, foram realizados estudos de imagem através de ressonância magnética. De acordo com os resultados, pode-se identificar lesões musculares significativamente menores no grupo curcumina quando comparado ao placebo. No que diz respeito à Escala de Percepção Subjetiva de esforço (PSE), notou-se menor incidência de dor no grupo cúrcuma quando avaliado as regiões anteriores da coxa direita e esquerda. Quanto aos marcadores de lesão muscular e inflamação, foram evidenciados níveis reduzidos de CK no grupo tratado com cúrcuma. Para os níveis de PCR, pode-se verificar redução deste marcador de forma significativa no grupo cúrcuma após 24 horas da realização do exercício. Os níveis de IL8 permaneceram estáveis no grupo cúrcuma, porém, observou-se aumento significativo deste marcador no grupo placebo 2 horas após a realização do exercício. Os dados obtidos neste estudo, apontam potencial efeito analgésico, anti-inflamatório e antioxidante da cúrcuma, bem como seus benefícios na redução de lesão muscular aguda induzida pelo exercício.

Takahashi e colaboradores (2014), também buscaram averiguar os efeitos da suplementação de curcumina no estresse oxidativo induzido pelo exercício em homens saudáveis. O estudo em questão utilizou um desenho experimental cruzado duplo-cego, controlado por placebo e contrabalançado. Dessa forma, os participantes foram submetidos a 3 ensaios aleatórios, sendo os grupos compostos por: Placebo (5% de tartrazina, 3,5% de goma ghatti, 0,3% de ácido cítrico, 59,2% de dextrina e 32% de maltose); Suplementação simples de curcumina (10% de curcumina, 2% de curcuminóides sem curcumina, 3,2% de goma ghatti, 0,27% de ácido cítrico, 54,53% de dextrina e 30% de maltose) antes do exercício e Suplementação dupla de curcumina (cápsulas de 90 mg) antes e imediatamente após o exercício. Os participantes foram submetidos a caminhadas ou corridas em esteira a 65% do VO₂máx por 60 minutos. De acordo com os autores, ao avaliarem parâmetros os parâmetros de

estresse oxidativo não se observou diferença significativa em relação às concentrações de fosfatase alcalina óssea sérica (BAP), superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPX) e glutathione reduzida (GSH) entre os grupos antes e imediatamente após o exercício. Porém, 2 horas após o exercício pode-se verificar aumento significativo das concentrações séricas de BAP nos grupos suplementação simples de curcumina e suplementação dupla de curcumina. Já os níveis de GSH estavam aumentados apenas no grupo suplementação simples de curcumina. Quando analisado GPX não se observou diferença estatística para os grupos experimentais. Diante os resultados deste estudo, a suplementação aguda de curcumina parece atenuar o estresse oxidativo induzido pelo exercício através do aumento da atividade das enzimas antioxidantes.

Na pesquisa de Nicol et al., (2015), cujo objetivo foi avaliar os efeitos da curcumina na lesão muscular, inflamação e dor muscular de início tardio (DMIT) também foram evidenciados efeito significativos da suplementação de curcumina sobre marcadores oxidativos, inflamatórios e na redução da dor. Para concretude do estudo, foram recrutados dezessete homens praticantes de atividades físicas regulares, sendo estes randomizados em dois grupos: Placebo (receberam 2,5 g de celulose microcristalina) e grupo curcumina (2,5g de curcumina) 2 vezes ao dia, por dois dias e meio antes e após a atividade. Todos os participantes foram submetidos a repetições unipodais na máquina leg press, agachamento unipodal, salto vertical unipodal, alongamento passivo de glúteos e quadríceps, assim como a atividade de descer escadas. Para avaliação de lesão muscular e inflamação foram avaliados os níveis de CK, IL-6 e TNF-alfa. Para mensuração da dor muscular foi utilizado a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE). Com os resultados, de forma geral, foi possível observar que a suplementação de curcumina reduziu significativamente a percepção de dor dos participantes após os exercícios considerando o intervalo de 24 e 48 horas. Quanto aos marcadores inflamatórios e de danos musculares, verificou-se que a atividade sérica de CK reduziu entre os períodos de 24 e 48 horas após o exercício. Nos níveis IL-6 notou-se aumento imediato de suas concentrações após o exercício, sendo sua concentração diminuída após 24 horas após a realização. Para TNF-alfa não se observou diferença estatística entre os grupos. De acordo com o observado, a ingestão oral da curcumina parece atenuar a DMIT e recuperação aprimorada do desempenho muscular através de mecanismos que envolvem as vias anti-inflamatórias. Apesar dos resultados promissores, outros estudos investigativos necessitam ser encorajados, envolvendo uma amostra maior, bem como, a investigação de outros parâmetros que descreva de forma mais clara os mecanismos de ação envolvidos na atuação da curcumina na DMIT.

Tanabe e colaboradores (2015), também investigaram a relação da ingestão de curcumina na redução do dano muscular após o exercício excêntrico, testando uma dose de 150 mg. Para isso, foram recrutados quatorze homens jovens não treinados, sendo estes randomizados em dois grupos: Placebo (receberam cápsula contendo amido) e curcumina (receberam a cápsula contendo o veículo de estudo) por via oral, 1 hora antes do treino e 12 horas após cada sessão de exercício excêntrico. Ainda de acordo com o desenho experimental, os participantes foram submetidos a 50 contrações excêntricas isocinéticas máximas (120°/s) dos flexores do cotovelo de um braço em um dinamômetro isocinético e o mesmo exercício com o outro braço 4 semanas depois. Ao final dos procedimentos citados acima, foi realizada coleta de sangue para quantificação dos níveis de CK, IL-6 e TNF- α nos períodos de 24, 48, 72 e 96 h após cada exercício. Junto a avaliação bioquímica foi analisada também através de uma escala analógica visual (EAV) parâmetros de dor muscular, circunferência e angulação do músculo e articulação do cotovelo, respectivamente. Neste estudo, os níveis de CK mantiveram-se dentro dos valores de referência antes do início da atividade física e não apresentaram diferença significativa nos períodos de 24, 48, 72 em ambos os grupos (curcumina e placebo) após o protocolo de exercício. Porém, após 96 horas foi detectado menores concentrações deste marcador no grupo curcumina. No que diz respeito às concentrações de IL-6 e TNF- α , não foram observadas diferenças significativas entre os grupos antes e após o exercício. Quanto à EAV, pode-se notar aumento nos níveis de dor muscular após 24 e 48 horas do exercício em ambos os grupos, sendo este parâmetro diminuído no período de 72 e 96 horas no grupo curcumina. Em relação ao exercício excêntrico dos flexores do cotovelo, também pode-se observar redução da dor muscular e

atenuação dos níveis de CK no grupo curcumina 12 horas após a realização da atividade. Todos esses dados corroboram com os estudos acima descritos, reafirmando o potencial efeito da ingestão de curcumina na recuperação de danos musculares ocasionados pelo exercício físico.

Com o intuito de identificar a dosagem otimizada de curcumina para atenuação da concentração de citocinas inflamatórias séricas pós-exercício, McFarlin et al. (2016), expuseram 28 indivíduos saudáveis a suplementação de três doses orais distintas de curcumina (Longvida®; 200, 400 e 1000 mg) contra um placebo. Para concretude do estudo, os indivíduos foram suplementados através de uma abordagem dupla-cega a partir de 48 horas antes do exercício e continuado até 72 horas após a atividade (exercício de leg press 45°). O placebo foi constituído de 400mg de farinha de arroz enquanto o grupo curcumina foi suplementado com as dosagens descritas acima, sendo em ambos, a suplementação realizada duas vezes ao dia (manhã e noite). Além dos parâmetros inflamatórios, este estudo objetivou avaliar também a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e análise da dor muscular em atividades do cotidiano, mensuradas através da Escala Adaptada do Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) desenvolvida por Roos e colaboradores (1998). De acordo com os resultados, foi verificado que a suplementação de 400 mg/dia de curcumina resultou na diminuição das concentrações séricas de TNF- α no período de 1 ou 2 dias após a realização do exercício, quando comparados ao grupo placebo. Quanto à percepção de dor, o maior pico foi detectado 48 horas após a atividade pelo PSE, como também pela escala KOSS, sendo estes parâmetros atenuados 72 horas após o exercício quando os indivíduos foram suplementados com 400 mg/dia de curcumina. Esta mesma dosagem resultou ainda na melhora dos níveis de CK e IL-8, reduzindo suas concentrações aos valores normais 48 horas após o exercício. Quanto ao TNF- α , também foram observados redução significativa de sua concentração após 72 horas da execução da atividade. Para IL-6 e IL-10 não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.

Tanabe e colaboradores (2019), decidiram examinar o impacto do tempo de ingestão de curcumina (antes ou após o exercício) em marcadores relacionados ao dano muscular após o exercício excêntrico. O estudo contou com 24 homens saudáveis foram randomizados em três grupos: PRÉ (suplementados com 180 mg/d de curcumina por 7 dias antes exercício); PÓS (suplementados com 180 mg/d de curcumina por 4 dias após o exercício) e CON (receberam 180 mg/d de placebo oral por 4 dias após o exercício). Todos os participantes foram submetidos a 30 contrações excêntricas isocinéticas máximas (120 $\dot{\gamma}$ /s) dos flexores do cotovelo. Foram avaliados a concentração de CK e curcumina plasmática, além de palpação da parte superior do braço através de uma escala visual analógica (EAV) para avaliação de dor. Quanto aos resultados, CK se manteve dentro dos valores de referência antes do exercício nos três grupos e não demonstrou diferenças significativas após o exercício. Quanto à palpação, a EAV foi significativamente menor após 3 dias da realização do exercício no grupo PÓS comparado ao PRÉ e CON. A amplitude do movimento da articulação do cotovelo e a dor muscular tiveram melhoras significativas com a ingestão de curcumina 4 dias após o exercício. Estes resultados podem ser justificados pela concentração plasmática da curcumina detectada de forma significativa do terceiro ao sétimo dia de experimentação. Como conclusão do estudo, infere-se que a ingestão de curcumina após a atividade parece ser mais eficiente na atenuação da dor após o exercício excêntrico induzido em relação a sua ingestão pré-atividade física.

Outro estudo de Tanabe e colaboradores (2019), buscaram comparar o efeito da ingestão de curcumina antes e após o exercício excêntrico e seus efeitos sobre os marcadores de dano muscular. Para isto, foram realizados dois experimentos paralelos: Experimento 1: Foram selecionados 10 homens saudáveis que ingeriram 180 mg de cúrcuma oral (Theracurmin®) ou placebo (amido) 7 dias antes do exercício. Experimento 2: Selecionou-se 10 homens saudáveis que ingeriram 180 mg de cúrcuma oral (Theracurmin®) ou placebo (amido) 7 dias após o exercício. Em ambos os experimentos a ingestão de cúrcuma ocorreu duas vezes ao dia, no café da manhã e jantar. Quanto aos parâmetros avaliados, analisou-se força, amplitude do movimento e dor muscular, além da atividade da CK e IL-8 que foi medida antes, imediatamente após o exercício, bem como, no último dia de experimento. Ao analisar os resultados, pode-se verificar que a ingestão de cúrcuma após a realização de

exercício excêntrico dos flexores do cotovelo se mostrou mais eficiente para a melhora da força, amplitude de movimento da articulação do cotovelo, dor muscular e atividade sérica de CK). Porém, quando avaliado a IL-8, obteve-se melhores resultados para o grupo que ingeriu a curcumina antes da realização do exercício excêntrico. Esses achados sugerem que a ingestão de cúrcuma antes do exercício pode atenuar a inflamação precoce e que a ingestão de cúrcuma após o exercício contribui para uma recuperação mais rápida após lesão muscular induzida pelo exercício.

De acordo com a literatura científica, a lesão do tecido muscular após exercício intenso ou prolongado pode ser ocasionado pelo estresse oxidativo (produção excessiva de radicais livres). Neste sentido, Roohi et al., (2017), objetivaram investigar o efeito agudo (1 semana) da suplementação de cúrcuma nos marcadores de estresse oxidativo. Para este estudo, 22 homens ativos saudáveis foram randomizados em um estudo duplo-cego controlado por placebo em dois grupos: Placebo (5% tartrazina, 3,5% goma-ghatti, 0,3% ácido cítrico, 59,2% dextrina e 32% de maltose) e Curcumina (receberam 90mg de curcumina) por 7 dias consecutivos. Os participantes foram submetidos a uma corrida de 14 km após um aquecimento prévio de 10 minutos que contou com 5 minutos de corrida a aproximadamente 50% do VO₂max e 5 minutos de alongamento. Antes e após a atividade foram coletadas amostras de sangue para dosagem de substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (MDA-TBARS), capacidade antioxidante total do plasma (TAC) e GSH. Os resultados evidenciaram que os níveis séricos basais de MDA-TBARS em repouso não diferiram entre os grupos, porém, após 24 e 48 horas do exercício os valores de MDA-TBARS foram menores no grupo cúrcuma em relação ao placebo. Os níveis de TAC em repouso não apresentaram diferença estatística entre os grupos. Após o exercício estes valores estiveram aumentados tanto no grupo placebo quanto no grupo cúrcuma no período de 24 e 48 horas. Ao final da suplementação pode-se observar aumento da capacidade antioxidante total no plasma do grupo curcumina em relação ao placebo. Quanto aos níveis de GSH em repouso não se verificou diferença significativa entre os grupos, porém os valores de GSH estiveram aumentados de forma significativa no período de 24 e 48 horas após o exercício. Como demonstrado no desenho do estudo, a suplementação de 90mg de curcumina durante um período de 7 dias apresentou potencial para a redução dos produtos da peroxidação lipídica no plasma de indivíduos submetidos a exercício intenso, além disso, foi capaz também de contribuir para o aumento da atividade do sistema enzimático antioxidante atenuando as vias envolvidas no estresse oxidativo e na lesão muscular induzida por este. Vale ressaltar a necessidade de outros estudos para a confirmação destes dados, envolvendo análise de outras enzimas antioxidantes e de outros marcadores de estresse oxidativo, como também análise histopatológica para a avaliação das fibras musculares.

No estudo de Basham et al., (2019), a suplementação de curcumina promoveu melhora dos parâmetros de estresse oxidativo, inflamação, dano e dor muscular. Esta pesquisa tratou-se de um desenho experimental randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, sendo recrutados 20 homens saudáveis com idades entre 18 e 39 anos para compor dois grupos: Placebo (receberam veículo controle) e Curcumina (receberam 500 mg de curcumina) dividida em três cápsulas, sendo 2 no café da manhã e uma no jantar durante 28 dias. Os participantes foram submetidos a agachamentos unipodais por 15 minutos, totalizando 225 repetições. Foi utilizado a escala EAV para avaliar a percepção de dor muscular antes e após a execução da atividade. Amostras de sangue foram coletadas (antes e 60 minutos, 24 horas e 48 horas após o exercício) para determinação de marcadores inflamatórios e antioxidantes. Diante dos resultados evidenciados, a concentração de CK esteve menor no grupo suplementado com curcumina em relação ao placebo após 24 horas após o exercício. Quanto aos níveis de TNF-α e atividade antioxidante da curcumina no plasma não se observou diferença significativa entre os grupos. No que diz respeito à percepção de dor, o grupo curcumina demonstrou redução significativa deste parâmetro. Porém, mais estudos necessitam ser conduzidos para que se possa entender qual o mecanismo de ação esteve correlacionado com a redução da dor, já que os marcadores inflamatórios e antioxidantes foram pouco afetados pela suplementação. Ademais, com maiores protocolos de suplementação (>28 dias) devem ser realizados objetivando avaliar os efeitos da cúrcuma a longo prazo.

Amalraj, Divya e Gopi (2020), objetivando avaliar a eficácia da curcumina biodisponível (Cureit®) no tratamento de indivíduos com dor muscular de início tardio (DMIT), verificaram que a utilização da dose oral de 500 mg em indivíduos saudáveis e moderadamente ativos promoveu redução de CK. A suplementação não promoveu mudanças em relação a avaliação de VO₂max entre os grupos. Em relação a percepção de dor, os indivíduos pertencentes ao grupo curcumina apresentaram percepção reduzida quando comparados ao grupo placebo. Importa ressaltar, que no presente estudo a suplementação ocorreu por meio de suplementação oral de dose única, sendo o tempo de consumo muito reduzido para resultados mais efetivos.

4. Considerações Finais

Com base nesta revisão, pode-se afirmar a existência de evidências científicas que correlacionam a utilização da curcumina com a prevenção e tratamento de lesões musculares ocasionadas pelo exercício intenso. Os resultados preliminares apontam potenciais efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes sem danos colaterais, sendo os efeitos citados traduzidos na redução de citocinas inflamatórias, redução dos produtos de peroxidação lipídica e aumento das enzimas do sistema antioxidante. Apesar dessas evidências, importa ressaltar que grande parte dos estudos contaram com metodologias envolvendo a suplementação aguda, existindo ainda na literatura uma escassez de estudos avaliando a suplementação crônica na redução de danos musculares ocasionados pelo exercício. Ademais, como perspectiva futura, em pesquisas próximas fatores como hábitos alimentares e estilo de vida devem ser considerados, uma vez, que estes podem influenciar de forma direta o efeito do composto.

Referências

- Alistair, R., Briskei, D., Richards, A. & Rao, A. (2020). Curcumin Improves Delayed Onset Muscle Soreness and Postexercise Lactate Accumulation. *Journal of Dietary Supplements*, 18(5), 531-542.
- Augustine, A., Chandradhara, D. & Gopi, S. (2020). The Effects of Bioavailable Curcumin (Cureit) on Delayed Onset Muscle Soreness Induced By Eccentric Continuous Exercise: A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind Clinical Study. *Journal of Medicinal Food*, 23(5), 545-553.
- Barroso, G. C. & Thiele, E. S. (2011) Lesão muscular nos atletas. *Revista Brasileira de Ortopedia [online]*. 6(4), 354-358.
- Basham, S. A. et al. (2020). Effect of Curcumin Supplementation on Exercise-Induced Oxidative Stress, Inflammation, Muscle Damage, and Muscle Soreness. *Journal of Dietary Supplements*, 17(4), 401-414.
- Berton, R. P. B. et al. (2012) Dano muscular: resposta inflamatória sistêmica após ações excêntricas máximas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 26(3), 367-74.
- Campbell, M. S., Carlini, N. A. & Fleenor, B. S. (2020). Influence of curcumin on performance and post-exercise recovery. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(7), 1152-1162.
- Foschini, D., Prestes, J. & Charro, M. A. (2007). Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano*, 9(1), 101-106.
- Francesco, D. P. et al. (2013). Comparative evaluation of the pain-relieving properties of a lecithinized formulation of curcumin (Meriva), nimesulide, and acetaminophen®. *Journal of Pain Research*, 6, 201–205.
- Franchek, D. et al. (2014). Reduction of delayed onset muscle soreness by a novel curcumin delivery system (Meriva®): a randomised, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 1-10.
- Galvão, T. F. & Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 23(1), 183-184.
- Ganjali, S. et al. (2014). Investigation of the Effects of Curcumin on Serum Cytokines in Obese Individuals: A Randomized Controlled Trial. *Scientific World Journal*, 2014, 1-6.
- Kuptniratsaikul, V. et al. (2014). Efficacy and safety of Curcuma domestica extracts compared with ibuprofen in patients with knee osteoarthritis: a multicenter study. *Journal List*, 9, 451–458.
- Malm, C. et al. Leukocytes, cytokines, growth factors and hormones in human skeletal muscle and blood after uphill or downhill running. *The Journal of Physiology*, 556(3), 983-1000.

- McFarlin, B.K. et al. (2016). Reduced inflammatory and muscle damage biomarkers following oral supplementation with bioavailable curcumin. *BBA Clinical*, 5, 72-78.
- Meamarbashi, A. & Rajabi, A. (2015). Preventive effects of 10-day supplementation with saffron and indomethacin on the delayed-onset muscle soreness. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(2), 105-112.
- Moreira, F. R. & Rodrigues, K. L. (2014). Conhecimento nutricional e suplementação alimentar por praticantes de exercícios físicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 20(5), 370-373.
- Nahon, R. L. et al. (2021). Anti-inflamatórios para dor muscular de início tardio: revisão sistemática e metanálise. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 27, 646-654.
- Nakhostin, B. R., Moradlou, A. N. & Bolboli, L. (2016). Influence of Curcumin Supplementation on Exercise-Induced Oxidative Stress. *Asian Journal Sports Medicine*, 8(1), 1-6.
- Nicol, L. M., Rowlands, D. S., Fazakerly, R. & Kellett, J. (2015). Curcumin supplementation likely attenuates delayed onset muscle soreness (DOMS). *European Journal of Applied Physiology*, 115, 1769–1777.
- Nurenberg, P. (1992). MR imaging-guided muscle biopsy for correlation of increased signal intensity with ultrastructural change and delayed-onset muscle soreness after exercise. *Radiology*. 184(3), 865-869.
- Priyadarsini, K.I. (2014). The chemistry of curcumin: from extraction to therapeutic agent. *Molecules*, 19(12), 20091-20112.
- Roos, E. M. et al. (1998). Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--development of a self-administered outcome measure. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 28(2), 88-96.
- Takahashi, M. et al. (2014). Effects of Curcumin Supplementation on Exercise-Induced Oxidative Stress in Humans. *Thieme Medical Publishers*, 35(6), 469-475.
- Tanabe, Y. et al. (2015). Attenuation of indirect markers of eccentric exercise-induced muscle damage by curcumin. *European Journal of Applied Physiology*, 115(9), 1949–1957.
- Tanabe, Y. et al. (2019). Effects of oral curcumin ingested before or after eccentric exercise on markers of muscle damage and inflammation. *John Wiley and Sons*, 28, 1-11.