

Suplementação de colágeno na recuperação de lesões osteocondrais, ósseas e cartilaginosas em praticantes de exercício físico: uma revisão de ensaios clínicos randomizados

Caio Carneiro Fernandes Ferreira

Allys Vilela de Oliveira

Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC - Goiás), Goiânia, GO, Brasil

Autor correspondente

Caio Carneiro Fernandes Ferreira

Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC – Goiás)

Goiânia, GO, Brasil

Email: caiocarneiro_ff@hotmail.com

Email dos autores

Caio Carneiro Fernandes Ferreira - caiocarneiro_ff@hotmail.com

Allys Vilela de Oliveira – allys@pucgoias.edu.br

Suplementação de colágeno na recuperação de lesões osteocondrais, ósseas e cartilaginosas em praticantes de exercício físico: uma revisão de ensaios clínicos randomizados

Collagen supplementation in the recovery of osteochondral, bone, and cartilage injuries in physically active individuals: a review of randomized clinical trials

RESUMO

Objetivo: Analisar a eficácia da suplementação de colágeno como auxiliar na recuperação de lesões ósseas, cartilaginosas e osteocondrais em praticantes de exercício físico. **Métodos:** Realizou-se uma revisão integrativa da literatura. A busca foi conduzida nas bases PubMed e SciELO, utilizando descritores do DeCS e MeSH. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados publicados entre 2009 e 2025, envolvendo indivíduos fisicamente ativos com lesões ósseas, cartilaginosas, osteocondrais ou desconfortos articulares relacionados ao exercício. Excluíram-se revisões, estudos observacionais, modelos animais e populações clínicas sem relação com atividade física. A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada pela escala PEDro. **Resultados:** Foram incluídos dez estudos, totalizando 744 participantes. A suplementação de colágeno nas formas tipo II hidrolisada, tipo II não desnaturada, mix colágeno I + III + HC-II ou peptídeos de colágeno tipo I demonstrou reduções estatísticas de dor e melhora da função articular em condições como osteoartrite, meniscopatia, tendinopatia e desconforto induzido por exercício. Entretanto, permanece incerto até que ponto esses efeitos representam melhora clinicamente relevante para os indivíduos, dada a variabilidade entre protocolos e magnitudes modestas de efeito. Apenas um estudo avaliou tecido ósseo, sem diferenças relevantes. **Conclusão:** A suplementação de alguns tipos de colágeno apresenta resultados positivos para dor e função articular em indivíduos fisicamente ativos, porém sua relevância clínica e seus efeitos sobre tecido ósseo ainda requerem investigação mais robusta.

PALAVRAS-CHAVE: Colágeno. Exercício Físico. Osteoartrite.

ABSTRACT

Objective: To analyze the effectiveness of collagen supplementation as an adjunct in the recovery of bone, cartilage, and osteochondral injuries in physically active individuals. **Methods:** An integrative literature review was conducted. The search was carried out in the PubMed and SciELO databases using DeCS and MeSH descriptors. Randomized clinical trials published between 2009 and 2025 were included, involving physically active individuals with bone, cartilage, osteochondral injuries, or exercise-related joint discomfort. Reviews, observational studies, animal models, and clinical populations unrelated to physical activity were excluded. The methodological quality of the studies was assessed using the PEDro scale. **Results:** Ten studies were included, totaling 744 participants. Collagen supplementation in the form of hydrolyzed type II collagen, undenatured type II collagen, a collagen I + III + HC-II blend, or type I collagen peptides demonstrated statistically significant reductions in pain and improvements in joint function in conditions such as osteoarthritis, meniscopathy, tendinopathy, and exercise-induced discomfort. However, it remains uncertain to what extent these effects represent clinically relevant improvement for individuals, given the variability among protocols and the modest magnitude of the effects. Only one study evaluated bone tissue, with no relevant differences. **Conclusion:** Supplementation with some types of collagen shows positive results for pain and joint function in physically active individuals; however, its clinical relevance and its effects on bone tissue still require more robust investigation.

Keywords: Collagen. Exercise. Osteoarthritis.

INTRODUÇÃO

A integridade do sistema musculoesquelético é fundamental para o desempenho físico, a mobilidade e a prevenção de limitações funcionais, especialmente em indivíduos expostos

a grandes exigências biomecânicas durante atividades cotidianas ou esportivas¹. Estruturas como tendões, cartilagem e ligamentos apresentam capacidade de regeneração limitada devido à baixa vascularização e metabolismo reduzido, o que torna as lesões nessas estruturas particularmente difíceis de tratar e propensas à progressão para dor crônica ou degeneração².

As lesões em praticantes de exercícios físicos apresentam elevada prevalência em esportes que envolvem impacto, volume elevado de treinamento e movimentos repetitivos, com destaque para fraturas por estresse, que representam de 0,7% a 20% das lesões esportivas, dependendo da modalidade e da carga de treino³. Em corredores de longa distância, sua incidência pode atingir 10% a 20% ao longo da carreira, afetando principalmente a tíbia, enquanto mulheres apresentam risco aumentado devido à tríade da atleta feminina, composta por distúrbios alimentares, amenorreia e osteopenia, fatores que comprometem a resistência óssea^{4,5}. Esses episódios ocorrem com maior frequência em atletas jovens especialmente entre 15 e 25 anos em razão da combinação entre elevado volume de treino e maturação óssea ainda em curso⁴.

Lesões condrais também apresentam alta prevalência no ambiente esportivo, sendo identificadas em cerca de 36% das artroscopias de joelho realizadas em atletas e indivíduos fisicamente ativos⁶. Esportes que envolvem desaceleração brusca, saltos e mudanças rápidas de direção, como futebol e basquete, estão entre os que mais geram sobrecarga sobre a cartilagem⁷. Além disso, em modalidades de contato, até 40% das rupturas do ligamento cruzado anterior cursam com danos condrais associados, aumentando o risco de evolução para osteoartrite precoce e comprometimento funcional persistente, sobretudo em atletas jovens^{8,7}.

Com isso, a suplementação de colágeno vem ganhando popularidade entre praticantes de atividade física e populações expostas a sobrecarga mecânica, motivada pelo potencial de fornecer substratos bioquímicos envolvidos na síntese de estruturas da matriz extracelular⁹.

O colágeno é a proteína estrutural mais abundante do corpo humano e constitui o principal componente da matriz extracelular de tendões, cartilagem, ligamentos e osso, conferindo resistência, estabilidade e suporte mecânico a esses tecidos¹⁰. Alterações na síntese, estrutura ou degradação do colágeno estão associadas à maior susceptibilidade a lesões e à redução da qualidade da cicatrização, indicando sua relevância na manutenção da integridade musculoesquelética¹¹.

Do ponto de vista nutricional, levanta-se a hipótese de que nutrientes específicos, incluindo aminoácidos derivados do colágeno, possam interagir favoravelmente com processos de remodelação e reparo dos tecidos conjuntivos, entretanto, ainda persistem dúvidas quanto à consistência das evidências, variações entre produtos disponíveis, dose ideal e aplicabilidade clínica em diferentes condições¹.

Diante desse cenário, o objetivo do presente estudo é analisar a eficácia da suplementação de colágeno como auxiliar na recuperação de lesões ósseas, cartilaginosas e osteocondrais em praticantes de exercício físico.

MÉTODOS

TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura, que utilizou como referência para metodologia as diretrizes estabelecidas pelo protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). No qual a pergunta de pesquisa do estudo foi estruturada a partir da estratégia PICO (População, Intervenção, Comparação e Desfecho).

Parâmetros	Descrição
(P) População	Praticantes de exercício físico com lesões ósseas, cartilaginosas e osteocondrais
(I) Intervenção	Suplementação de colágeno
(C) Comparação	Indivíduos sem suplementação ou com placebo
(O) Desfecho	Recuperação ou melhora das lesões e sintomas

Quadro 1 - Estratégia PICO aplicada para definição da pergunta de pesquisa

FONTES DE INFORMAÇÃO

A busca de artigos foi realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed e SciELO. Este trabalho utilizou ferramentas de inteligência artificial como apoio ao processo de escrita e organização do conteúdo. Foi utilizado modelo de inteligência artificial generativa GPT-5.4, foi utilizada pelo pesquisador para: auxiliar na redação dos parágrafos; revisar ortografia e gramática; auxiliar na interpretação de informações já presentes nos artigos selecionados, sem substituir a leitura do pesquisador nem realizar buscas autônomas de dados científicos.

ESTRATÉGIA DE BUSCA

Foram utilizados para buscas nas bases de dados os descritores recomendados pelos Descritos das Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subjects Headings (MeSH) em combinação, conforme descrito: colágeno (collagen) OU/OR colágeno tipo II (collagen type II) E/AND exercício físico (exercise) OU/OR fraturas ósseas (fracture, bones) OU/OR artralgia (joint pain) OU/OR cartilagem (cartilage) OU/OR osteoartrite (osteoarthritis). Foram aplicados filtros para delimitar ano de publicação (últimos 10 anos), idioma (inglês, português e espanhol) e tipo de estudo (ensaios clínicos).

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram incluídos artigos originais que abordavam a suplementação de colágeno e sua relação com a recuperação de lesões ósseas, cartilaginosas ou osteocondrais em praticantes de exercício físico. Para tanto, apenas estudos que descreveram ter amostras formadas por indivíduos ativos foram selecionados. Estudos em que tratamentos medicamentosos estejam associados ao uso da suplementação também foram aceitos na pesquisa.

Foram excluídos estudos com modelos animais, com gestantes, lactantes ou crianças, indivíduos idosos (em função da degeneração tecidual natural que pode interferir nos resultados), com indivíduos portadores de doenças congênitas, metabólicas ou genéticas que afetem o tecido ósseo, cartilaginoso ou osteocondral, revisões de literatura, relatos de caso, publicações duplicadas, resumos de congresso, cartas ao editor, dissertações ou teses.

SELEÇÃO DE ARTIGOS

A seleção dos artigos foi realizada de forma sequencial, iniciando-se pela busca nas bases de dados escolhidas e em seguida, foi feita a triagem inicial por meio da leitura dos títulos, seguido da leitura dos resumos, com o objetivo de identificar estudos potencialmente relevantes ao tema.

Os artigos selecionados nessa etapa foram avaliados na íntegra, analisando-se sua metodologia, população estudada, tipo de intervenção e desfechos apresentados e foram incluídos apenas aqueles que abordaram diretamente a suplementação de colágeno relacionada à recuperação de lesões ósseas, cartilaginosas ou osteocondrais em praticantes de exercício físico.

Por outro lado, estudos que não apresentaram relação direta com o tema, que trataram o colágeno de forma secundária ou que não exploraram desfechos compatíveis com os objetivos da pesquisa foram excluídos, bem como aqueles que estavam duplicados.

Ao final, somente os trabalhos que atenderam aos critérios de inclusão e apresentaram relevância científica foram mantidos para a etapa de extração e análise dos dados.

EXTRAÇÃO DOS DADOS

Foram extraídos dados referentes ao tipo de estudo, população investigada, forma de suplementação utilizada, dose administrada, tempo de intervenção, desfechos avaliados e principais resultados obtidos. As informações coletadas foram organizadas em um quadro resumo, elaborado com o objetivo de facilitar a visualização, comparação e análise crítica entre os estudos selecionados. Esse quadro, disponível nos resultados do presente estudo, permitiu identificar semelhanças e

divergências entre os resultados, bem como destacar padrões de resposta à suplementação de colágeno nas diferentes condições avaliadas.

Os desfechos primários observados incluíram: redução da dor e do inchaço; melhora da função articular; aumento da densidade ou resistência óssea; melhora da regeneração da cartilagem ou do tecido osteocondral; diminuição de marcadores inflamatórios; aumento de marcadores de síntese de colágeno ou de matriz extracelular.

ANÁLISE DE DADOS

Os resultados foram organizados de forma descritiva e comparativa, considerando a frequência de achados semelhantes entre os estudos, destacando médias de doses, tempos de intervenção e os efeitos reportados sobre a recuperação de lesões.

Ao final, a comparação dos resultados entre estudos com metodologias similares possibilita a comparação e consequente definição dos efeitos da suplementação de colágeno sobre a recuperação de praticantes de exercício físico lesionados.

AVALIAÇÃO DO RISCO DE VIÉS

A qualidade metodológica dos estudos selecionados foi avaliada por meio da escala *Physiotherapy Evidence Database Scale* (PEDro), que classifica a qualidade de ensaios clínicos randomizados conforme critérios de validade interna e interpretabilidade dos resultados. A escala contempla 11 itens, incluindo alocação aleatória, ocultação, comparabilidade inicial dos grupos, cegamento, análise por intenção de tratar e medidas de desfecho. A pontuação final varia de 0 a 10, sendo os estudos com pontuação ≥ 6 considerados de boa qualidade metodológica¹².

Foram aceitos estudos independentemente da pontuação obtida na escala PEDro, de modo a abranger o maior número possível de evidências disponíveis sobre o tema.

RESULTADOS

Foram encontrados 10 artigos que atenderam aos critérios de inclusão do presente estudo. Esses estudos foram publicados entre 2009 e 2025, sendo o trabalho de Crowley et al.¹³ o mais antigo e os estudos de Genç et al.¹⁴ e Genç et al.¹⁵ os mais recentes, com maior concentração de publicações nos anos mais recentes, especialmente entre 2021 e 2023.

Uma grande diversidade geográfica foi observada dentre as pesquisas sobre o tema, sem predominância de um único continente. Três dos estudos vieram da América do Norte, enquanto três estudos eram de centros de pesquisa europeus e quatro estudos asiáticos.

Dentre os ensaios clínicos randomizados (ECR) selecionados, 80% (n= 8) dos estudos utilizaram o método duplo cego, o que aumenta a confiabilidade ao reduzir vieses de observador e participante. Os outros (n= 2) foram ainda conduzidos no modelo crossover, que possui elevada qualidade metodológica. O risco de viés dos estudos indicou que todos tinham uma boa qualidade metodológica, conforme descrito na Figura 1.

Critério	Crowley et al. (2009)	Lugo et al. (2016)	Praet et al. (2019)	Anaam Mohammed & Siran He (2021)	Zdzięblik et al. (2021)	Hilkenš et al. (2023)	Kviatkovsky et al. (2023)	Shiojima et al. (2023)	Genç et al. (2025)	Genç et al. (2025)
Elegibilidade	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Alocação aleatória	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Sigilo da alocação	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Semelhança inicial entre grupos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cegamento dos participantes	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cegamento dos terapeutas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cegamento dos avaliadores	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acompanhamento ≥ 85%	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Análise por intenção de tratar	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Comparações intergrupos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Medidas de precisão/variabilidade	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Nota	6/10	8/10	6/10	6/10	8/10	6/10	7/10	7/10	7/10	7/10
Classificação	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade	Boa qualidade

Figura 1 – Análise de viés pela Escala PEDro dos artigos selecionados para revisão de literatura (n= 10)

O resumo das informações coletadas dos artigos selecionados para a revisão está apresentado no Quadro 2. Somando as amostras de todos os artigos, foram analisados 744 participantes, em que 416 mulheres e 328 homens. Alguns estudos apresentaram equilíbrio entre os sexos, enquanto outros tiveram predominância feminina, como Shiojima et al.¹⁶, com 46 mulheres entre 64 participantes, ou masculina como o estudo de Hilkens et al.¹⁷, que foi composto exclusivamente por homens jovens.

Com relação às patologias, 70% (n= 7) investigaram condições relacionadas ao joelho (como osteoartrite, dor articular, impacto funcional e desconforto leve). Dois estudos (20%) focaram em situações envolvendo tendões ou dor induzida por exercício, como Praet et al.²⁰ com tendinopatia de Aquiles e Zdzieblik et al.²¹ com dor no joelho induzida por atividades físicas. Apenas um estudo avaliou marcadores ósseos¹⁷.

A idade média dos participantes variou de acordo com o objetivo do estudo. Em pesquisas com jovens fisicamente ativos, como Zdzieblik et al.²¹ e Hilkens et al.¹⁷, as idades ficaram próximas de 24 a 25 anos, enquanto estudos sobre osteoartrite de joelho incluíram adultos mais velhos, geralmente entre 50 e 65 anos, como nos trabalhos de Lugo et al.¹⁸, Crowley et al.¹³, Anaam e Siran¹⁹ e Genç et al.¹⁵. Já o estudo de Shiojima et al.¹⁶ investigou adultos mais velhos com leve desconforto articular, com média de idade acima de 60 anos.

O estado nutricional das amostras, relatado por média de IMC, também apresentou grande variação entre os estudos. Os valores mais baixos foram observados em populações jovens e fisicamente ativas, situando-se em torno de 22 kg/m², como nos estudos de Zdzieblik et al.²¹ e Hilkens et al.¹⁷. Em contraste, os maiores valores de IMC ocorreram em populações com afecções articulares, destacando-se o estudo de Genç et al.¹⁴ com meniscopatia, no qual os participantes apresentaram IMC médio próximos a 29 kg/m². Os estudos abrangeram tanto indivíduos eutróficos quanto aqueles com sobrepeso, que é a faixa na qual a dor articular é mais prevalente.

Outro aspecto que deve ser considerado na interpretação dos achados é que o controle da ingestão proteica habitual não foi descrito de forma clara e padronizada nos estudos incluídos. Considerando que a proteína exerce papel fundamental na recuperação musculoesquelética, no reparo tecidual e na síntese de colágeno endógeno, a ausência desse controle pode representar um fator de confusão importante.

Autor/Ano	População	Amostra (H/M)	Idade (anos)	IMC (kg/m ²)	Suplementação	Duração (mês/meses)	Principais resultados
Crowley et al. ¹³	Pacientes adultos com osteoartrite do joelho	52 (30/22)	UC-II: 58,9 ± 9,8 G+C: 58,7 ± 10,3	Não informado	UC-II, 40 mg/dia	3	Redução de dor, rigidez e melhora de função
Lugo et al. ¹⁸	Adultos com osteoartrite de joelho	186 (89/97)	UC-II: 53,5 ± 0,99 G+C: 52,6 ± 1,02 Placebo: 53,1 ± 1,02	UC-II: 25,2 ± 0,37 G+C: 25,5 ± 0,40 Placebo: 24,7 ± 0,40	UC-II, 40 mg/dia	6	Redução de dor e melhora de função
Praet et al. ²⁰	Pacientes com tendinopatia crônica do tendão de Aquiles	20 (13/7)	Grupo AB: 45,3 ± 6,4 Grupo BA: 42,0 ± 9,4	Grupo AB: 23,4 ± 3,23 Grupo BA: 25,5 ± 3,3	HC, 5 g/dia	6	Melhora de função do tendão
Anaam Mohammed & Siran He ¹⁹	Adultos com desconforto articular	90 (31/59)	Placebo: 55,3 ± 5,8	Placebo: 24,4 ± 3,4 HCII: 25,3 ± 3,3	HC-II, 2,5 g/dia	2	Redução de dor e rigidez
Zdzieblik et al. ²¹	Adultos jovens fisicamente ativos com dor no joelho	180 (71/109)	23,9 ± 2,9	22,3 ± 2,4	Peptídeos de colágeno tipo I, 5 g/dia	3	Redução de dor induzida por exercício

Autor/Ano	População	Amostra (H/M)	Idade (anos)	IMC (kg/m²)	Suplementação	Duração (mês/meses)	Principais resultados
Kviatkovsky et al. ²²	Adultos fisicamente ativos	75 (42/33)	Homens: 54,8 ± 7,3 Mulheres: 54,0 ± 6,5	Homens: 26,6 ± 3,2 Mulheres: 23,2 ± 2,6	HC, 10 ou 20 g/dia	3, 6 e 9	Melhora de dor e função física
Shiojima et al. ¹⁶	Adultos saudáveis com desconforto leve no joelho	64 (18/46)	Placebo: 62,31 ± 1,70 Colágeno: 61,68 ± 0,45	Placebo: 21,96 ± 0,31 Colágeno: 22,07 ± 0,46	UC-II, 3,2 mg/dia	3	Melhora de mobilidade e redução de dor
Genç et al. ¹⁴	Adultos com meniscopatia	32 (12/20)	Placebo: 43,1 ± 13,7 Colágeno: 41,7 ± 8,2	Placebo: 28,7 ± 4,2 Colágeno: 28,3 ± 3,6	Mix colágeno I + III + HC-II	2	Melhora de dor, função e cinesiofobia
Genç et al. ¹⁵	Pacientes adultos com osteoartrite de joelho	31 (8/23)	53,5 ± 9,1	não especificado	Mix colágeno I + III + HC-II	2	Melhora de dor e função física

Legenda: UC-II: Colágeno tipo II não desnaturado; HC: Colágeno hidrolisado; HC-II: Colágeno tipo II hidrolisado; G+C: Glucosamina + Condroitina.

Quadro 2 – Resumo das informações coletadas dos artigos selecionados para a revisão (n= 10)

A intervenção utilizada nos estudos variou de acordo com o tipo de colágeno, dose, forma de administração e tempo de duração. A maior parte das pesquisas empregou peptídeos de colágeno hidrolisado, geralmente em pó, administrado por via oral, enquanto outros estudos utilizaram colágeno tipo II não desnaturado, como UCII®, NEXTII® ou variantes patenteadas. Em relação às doses, houve grande diversidade entre os trabalhos. Alguns estudos utilizaram 10 g por dia, enquanto outros administraram 20 g por dia de colágeno hidrolisado. Também foram identificadas doses menores, como 5 g por dia (presentes em estudos com dor relacionada ao exercício ou tendinopatia) e doses bastante baixas, como 3,2 mg por dia, quando se tratava de colágeno tipo II não desnaturado. Além disso, dois estudos utilizaram 40 mg por dia de UCII®, uma forma específica de colágeno tipo II não desnaturado.

Alguns protocolos incluíam produtos mais complexos, combinando colágeno com glucosamina, condroitina, ácido hialurônico e vitamina C, como observado nos dois estudos de Genç et al.¹⁴ e Genç et al.¹⁵. Nesses casos, o suplemento era formulado com múltiplos componentes, mas continha colágeno como ingrediente principal. Sobre o placebo utilizado, a substância mais comum foi a maltodextrina, em cinco artigos, devido à semelhança visual e ao sabor neutro. As formas empregadas condizem com seu papel de não influenciar nos desfechos, minimizando o efeito placebo nos participantes.

A duração da intervenção também variou bastante entre os estudos. Alguns tiveram duração mais curta, como 1 mês¹⁷ ou 2 meses^{14,15,19}. Outros estudos foram conduzidos por 3 meses, especialmente aqueles avaliando dor no joelho induzida por exercício ou desconforto articular leve. Intervenções mais longas, com 6 meses, foram observadas em estudos voltados à osteoartrite de joelho ou tendinopatia crônica, como Lugo et al.¹⁸ e Praet et al.²⁰. O estudo de Kviatkovsky et al.²² foi o mais extenso, avaliando efeitos em 3, 6 e 9 meses, permitindo observar tendências de melhora ao longo do tempo.

A maioria dos estudos incluídos relatou excelente tolerabilidade às intervenções com colágeno, sem registro de efeitos adversos significativos. Em nove dos dez ensaios clínicos, os autores afirmaram não haver eventos indesejáveis relevantes, sejam gastrointestinais, musculoesqueléticos ou sistêmicos. Apenas um estudo, Crowley et al.¹³ descreveu efeitos adversos leves, incluindo cefaleia, desconforto gastrointestinal e constipação, todos autolimitados e sem necessidade de interrupção da intervenção. Não foram observados efeitos adversos graves em nenhum dos artigos revisados, indicando que a suplementação de colágeno independentemente do tipo, dose ou duração apresenta perfil de segurança elevado nas populações estudadas.

Os desfechos avaliados nos estudos incluídos foram amplos e refletiram a diversidade de condições investigadas, abrangendo desde dor articular e função física até mobilidade, desempenho muscular, marcadores ósseos e parâmetros psicossociais. Nos estudos voltados à osteoartrite de joelho e desconforto articular leve que foram os casos dos trabalhos de Crowley et al.¹³, Lugo et al.¹⁸, Anaam & Siran¹⁹, Shiojima et al.¹⁶, Genç et al.¹⁴ e Genç et al.¹⁵ os desfechos mais utilizados envolveram dor, rigidez e função articular, geralmente avaliados por escalas validadas como WOMAC, VAS, Lequesne, JKOM e Oxford Knee Score. Esses instrumentos permitiram quantificar a evolução clínica em parâmetros diretamente relacionados à qualidade de vida e ao impacto das articulações nas atividades diárias.

Além dos sintomas articulares, muitos estudos empregaram desfechos funcionais objetivos, especialmente aqueles que investigaram desconforto leve ou dor relacionada ao movimento. Shiojima et al.¹⁶, por exemplo, avaliou amplitude de movimento, teste de caminhada de 10 metros, desempenho em subir escadas e medidas complementares de dor lombar. Estudos envolvendo adultos fisicamente ativos como Zdzienlik et al.²¹ e Kviatkovsky et al.²² incluíram avaliações de dor induzida pelo exercício, mobilidade, desempenho nas atividades da vida diária (ADLs), além de questionários de qualidade de vida física e mental, como SF-12 e VR-12. Essas medidas ajudaram a determinar não apenas a melhora sintomática, mas também o impacto da suplementação no cotidiano e na prática de atividades físicas.

Nos estudos relacionados a tendinopatias e sobrecargas relacionadas ao esporte, como Praet et al.²⁰, os desfechos incluíram o VISA-A, uma escala específica para avaliação da dor e função do tendão de Aquiles, além de medidas de desempenho relacionados ao retorno ao esporte. Em Genç et al.¹⁴ e Genç et al.¹⁵, foram incluídos ainda desfechos adicionais como cinesiofobia (TSK), força muscular, desempenho funcional e função de membros inferiores (LEFS), ampliando a compreensão do efeito do colágeno sobre aspectos biomecânicos e psicossociais.

Por fim, um dos estudos avaliou desfechos de natureza completamente distinta. O trabalho de Hilkens et al.¹⁷, conduzido com homens jovens fisicamente ativos, analisou marcadores bioquímicos de metabolismo ósseo, como P1NP (marcador de formação óssea) e CTX-I (marcador de reabsorção óssea), tanto em condições de jejum quanto no estado pós-prandial. Esse estudo contribuiu com informações relevantes sobre o impacto do colágeno em processos metabólicos ósseos, ainda que não tenha investigado sintomas articulares.

DISCUSSÃO

A suplementação de colágeno tem ganhado relevância crescente na saúde musculoesquelética, sendo frequentemente empregada como estratégia complementar para redução de dor, melhora da função articular e suporte à recuperação de tecidos conjuntivos submetidos a sobrecarga mecânica, assim evidências provenientes de revisões sistemáticas sugerem que o colágeno pode exercer papel benéfico em estruturas articulares e tendíneas, particularmente em populações expostas a estresse repetitivo ou em condições degenerativas iniciais, como demonstrado por Bello & Oesser²³ e Porfírio & Fanaro²⁴.

De forma semelhante, Shaw et al.²⁵ destacam que a suplementação com peptídeos de colágeno pode melhorar dor e qualidade de vida em indivíduos com desconforto articular leve a moderado. Nesse contexto, os resultados dos ensaios clínicos incluídos na presente revisão indicam efeitos positivos consistentes da suplementação de colágeno nos tecidos cartilaginosos e tendíneos, embora a evidência sobre tecido ósseo permaneça limitada.

Os diferentes tipos de colágeno utilizados nos estudos têm funções e mecanismos distintos no organismo, o que explica suas aplicações específicas. O colágeno hidrolisado (tipos I e III) é produzido por meio da quebra do colágeno em partículas menores, chamadas peptídeos, que são facilmente absorvidas e servem como base estrutural para a formação de cartilagem, tendões, ligamentos e outros tecidos conectivos, conforme descrito nas revisões de Bello & Oesser²³ e reforçado por Shaw et al.²⁵, que demonstram a elevada biodisponibilidade dos peptídeos hidrolisados. Já o colágeno tipo II não desnaturado (UC-II) mantém sua forma original e atua de maneira diferente, já que ele não funciona como material de construção, mas sim modulando o sistema imunológico, reduzindo processos inflamatórios articulares por meio da tolerância oral, mecanismo demonstrado no estudo clínico de Lugo et al.¹⁸. Por isso, é eficaz em doses muito pequenas, ao contrário das doses em gramas do colágeno hidrolisado. Existe ainda o colágeno tipo II hidrolisado, que também é fragmentado em peptídeos menores, servindo principalmente como suporte estrutural da cartilagem. No conjunto, essas diferenças ajudam a entender por que cada tipo aparece em doses tão distintas e em condições clínicas variadas nos ensaios analisados.

No conjunto dos ensaios analisados, observou-se que o colágeno promoveu reduções de dor e ganhos funcionais relevantes na maioria das condições investigadas, incluindo osteoartrite, meniscopatia, tendinopatia e desconfortos articulares leves. Esses efeitos foram quantificados por instrumentos validados, como o Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Oxford Knee Score (OKS), Lower Extremity Functional Scale (LEFS) e Victorian Institute of Sports Assessment - Achilles (VISA-A). Em praticamente todos os estudos essas escalas apresentaram reduções de dor e rigidez e melhora de

função física no grupo suplementado, em contraste com mudanças pequenas ou não significativas no grupo placebo.

Quando comparados com revisões anteriores, os resultados aqui observados mostram forte coerência, como exemplo a revisão de Shaw et al.²⁵ relata que peptídeos de colágeno melhoram dor e funcionabilidade articular em adultos com queixas leves, achado semelhante ao observado nos estudos de Lugo et al.¹⁸, Anaam & Siran¹⁹ e Shiojima et al.¹⁶. Bello & Oesser²³ já apontavam há quase duas décadas que a suplementação de colágeno exerce impacto positivo sobre a matriz extracelular e no metabolismo de tecidos fibrocartilagosos. Mais recentemente, De Miranda et al.²⁶ reforçam que os efeitos benéficos parecem mais pronunciados em articulações e tendões, enquanto os resultados sobre tecido ósseo permanecem inconclusivos, fato também constatado no estudo de Hilkens et al.¹⁷, único a avaliar diretamente remodelação óssea, sem observar diferenças entre colágeno e placebo.

A análise detalhada dos ensaios clínicos evidencia ainda mais esses padrões. Nos estudos envolvendo osteoartrite de joelho ^{13,18,19,14,15}, houve reduções robustas de dor e rigidez e melhora substancial da função física medidas pelo WOMAC e pelo OKS. Em indivíduos fisicamente ativos com dor induzida por exercício, como em Zdzieblik²¹, observou-se diminuição expressiva da dor pós-esforço, além de melhorias em mobilidade e recuperação funcional. No estudo de Kviatkovsky et al.²², tanto a dose de 10 g quanto a de 20 g resultaram em avanços progressivos em dor musculoesquelética, função física e qualidade de vida, avaliados por instrumentos como KOOS, VR-12 e SF-12. Já nos casos de tendinopatia, como em Praet et al.²⁰, o colágeno acelerou a recuperação do tendão de Aquiles, refletida em aumentos relevantes do escore VISA-A.

Entre idosos com desconforto articular leve, como no estudo de Shiojima et al.¹⁶, a suplementação de colágeno resultou em melhora da mobilidade, redução da dor em atividades diárias como caminhar e subir escadas e ganhos funcionais complementares. Mesmo que o grupo placebo tenha apresentado pequenas melhorias, sugerindo potencial tanto terapêutico quanto preventivo.

Em contraste, o estudo de Hilkens et al.¹⁷ que avaliou especificamente o metabolismo ósseo por meio dos marcadores P1NP e CTX-I, não encontrou diferenças entre colágeno e placebo. Esse resultado reforça o que revisões como de Miranda et al.²⁶ já sinalizavam: a evidência atual para efeitos do colágeno no tecido ósseo ainda é insuficiente para conclusões clínicas sólidas.

A meta-análise de Bischof et al.²⁷ evidencia que, apesar de diferenças estatisticamente significativas entre colágeno e placebo, a magnitude dos efeitos tende a ser pequena, levantando dúvidas sobre sua relevância prática. Esse cenário também é observado no estudo clínico de Zdzieblik et al.²⁸, no qual as melhoras em força e composição corporal, embora reais, ocorreram em

contexto altamente específico em homens sarcopênicos submetidos simultaneamente ao treinamento resistido e foram de pequena magnitude, o que limita conclusões sobre impacto funcional e mais amplo.

Um aspecto positivo a ser destacado é a segurança da suplementação de colágeno que é consistentemente destacada na literatura. Nove dos dez estudos incluídos nesta revisão não relataram efeitos adversos clínicos relevantes, e o único que descreveu eventos indesejáveis¹³ apontou apenas sintomas leves e autolimitados, como cefaleia e desconforto gastrointestinal. Revisões como as de Bello & Oesser²³ e De Miranda et al.²⁶ também relatam baixa incidência de efeitos adversos, reforçando o excelente perfil de tolerabilidade do colágeno.

O conjunto dos estudos também apresentou boa qualidade metodológica, com pontuações elevadas na escala PEDro, presença de duplo-cego em grande parte dos ensaios e utilização de instrumentos validados para avaliação dos desfechos. Esses fatores constituem pontos fortes relevantes da literatura e conferem maior confiabilidade aos resultados encontrados.

Entretanto, a qualidade metodológica dos estudos ainda varia consideravelmente. Bischof et al.²⁷ destacam a heterogeneidade nos protocolos, nas formas de colágeno utilizadas e na duração das intervenções, além da presença de amostras pequenas e diferenças no controle de variáveis importantes. Assim, embora a suplementação seja considerada segura, ainda existe necessidade de ensaios clínicos mais rigorosos e padronizados para fortalecer a base de evidências disponível. Revisões anteriores, como a de Porfírio & Fanaro²⁴, também destacam a grande variabilidade metodológica entre estudos clínicos com colágeno, o que limita a extrapolação dos achados. Além disso, a escassez de estudos voltados ao tecido ósseo impede conclusões definitivas sobre esse desfecho.

Considerando essas lacunas, recomenda-se que futuras pesquisas explorem os efeitos da suplementação de colágeno em delineamentos mais robustos, com amostras maiores, maior duração das intervenções, avaliação integrada de marcadores bioquímicos, clínicos e funcionais, além de padronização dos tipos e doses utilizadas.

CONCLUSÃO

A suplementação de colágeno apresenta benefícios consistentes na recuperação e no manejo de condições musculoesqueléticas envolvendo tecidos cartilaginosos, tendíneos e articulares, especialmente em populações fisicamente ativas ou com alterações estruturais leves a moderadas. Os estudos demonstraram reduções significativas de dor, melhora de função física, aumento de mobilidade articular, redução de rigidez e avanços em desempenho funcional quando comparados aos grupos placebo, que em geral apresentaram melhoras discretas. Esses achados sugerem que o colágeno exerce um papel positivo como adjuvante na reparação e no suporte estrutural de tecidos conectivos submetidos a estresse mecânico ou processos degenerativos.

Quando se trata especificamente de lesões ósseas, as evidências ainda são limitadas. Apenas um estudo avaliou diretamente o impacto do colágeno em marcadores de remodelação óssea em adultos fisicamente ativos, não encontrando diferenças entre colágeno e placebo. Assim, embora o colágeno apresente eficácia em articulações, tendões e cartilagem, sua ação sobre o tecido ósseo requer investigações adicionais.

REFERÊNCIAS

1. Khatri M, et al. The effects of collagen peptide supplementation on body composition, collagen synthesis, and recovery from joint injury and exercise: a systematic review. *Amino Acids*. 2021. doi:10.1007/s00726-021-03072-x.
2. Shenoy M, et al. Collagen Structure, Synthesis, and Its Applications: A Systematic Review. *Cureus*. 2022;14(5):e24856. doi:10.7759/cureus.24856.
3. Sterling JC, et al. Stress fractures in the athlete. Diagnosis and management. *Sports Med*. 1992;14(5):336-346. doi:10.2165/00007256-199214050-00005.
4. Tenforde AS, Sayres LC, McCurdy ML, Sainani KL, Fredericson M. Identifying sex-specific risk factors for stress fractures in adolescent runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(10):1843-1851. doi:10.1249/MSS.0b013e3182963d75.
5. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke LM, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *Br J Sports Med*. 2018;52(11):687-697. doi:10.1136/bjsports-2018-099193.
6. Flanigan DC, Harris JD, Trinh TQ, Siston RA, Brophy RH. Prevalence of chondral defects in athletes' knees: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(10):1795-1801. doi:10.1249/MSS.0b013e3181d9eea0.
7. Mithoefer K, McAdams TR, Scopp JM, Mandelbaum BR. Emerging options for treatment of articular cartilage injury in the athlete. *Clin Sports Med*. 2009;28(1):25-40. doi:10.1016/j.csm.2008.09.001.
8. Kvist J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. *Sports Med*. 2004;34(4):269-280. doi:10.2165/00007256-200434040-00006.
9. Clark KL, Sebastianelli W, Flechsenhar KR, Aukermann DF, Meza F, Millard RL, et al. 24-week study on the use of collagen hydrolysate as a dietary supplement in athletes with activity-related joint pain. *Curr Med Res Opin*. 2008;24(5):1485-1496. doi:10.1185/030079908x291967.
10. Gelse K, Pöschl E, Aigner T. Collagens-structure, function, and biosynthesis. *Adv Drug Deliv Rev*. 2003;55(12):1531-1546. doi:10.1016/j.addr.2003.08.002.
11. Varani J, Dame MK, Rittie L, Fligiel SE, Kang S, Fisher GJ, et al. Decreased collagen production in chronologically aged skin: roles of age-dependent alteration in fibroblast function and defective mechanical stimulation. *Am J Pathol*. 2006;168(6):1861-1868. doi:10.2353/ajpath.2006.051302.
12. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713-721. doi:10.1093/ptj/83.8.713.
13. Crowley DC, Lau FC, Sharma P, Evans M, Guthrie N, Bagchi M, et al. Safety and efficacy of undenatured type II collagen in the treatment of osteoarthritis of the knee: a clinical trial. *Int J Med Sci*. 2009;6(6):312-321. doi:10.7150/ijms.6.312.
14. Genç AS, Yılmaz AK, Anıl B, Korkmaz Salkılıç E, Akdemir E, Güzel B, et al. The effect of supplementation with type I and type III collagen peptide and type II hydrolyzed collagen on pain, quality of life and physical function in patients with meniscopathy: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2025;26(1):17. doi:10.1186/s12891-024-08244-w.
15. Genç AS, Yılmaz AK, Anıl B, Korkmaz Salkılıç E, Akdemir E, Sancaklı A, et al. Effect of supplementation with type 1 and type 3 collagen peptide and type 2 hydrolyzed collagen on osteoarthritis-related pain, quality of life, and physical function: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Jt Dis Relat Surg*. 2025;36(1):85-96. doi:10.52312/jdrs.2025.1965.
16. Shiojima Y, Takahashi M, Takahashi R, Maruyama K, Moriyama H, Bagchi D, et al. Efficacy and safety of dietary undenatured type II collagen on joint and motor function in healthy

- volunteers: a randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study. *J Am Nutr Assoc.* 2023;42(3):224-241. doi:10.1080/07315724.2021.2024466.
17. Hilkens L, Boerboom M, van Schijndel N, Bons J, van Loon LJC, van Dijk JW. Bone turnover following high-impact exercise is not modulated by collagen supplementation in young men: a randomized cross-over trial. *Bone.* 2023;174:116705. doi:10.1016/j.bone.2023.116705.
 18. Lugo JP, Saiyed ZM, Lane NE. Efficacy and tolerability of an undenatured type II collagen supplement in modulating knee osteoarthritis symptoms: a multicenter randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Nutr J.* 2016;15:14. doi:10.1186/s12937-016-0130-8.
 19. Mohammed Anaam, He Siran. A double-blind, randomized, placebo-controlled trial to evaluate the efficacy of a hydrolyzed chicken collagen type II supplement in alleviating joint discomfort. *Nutrients.* 2021;13(7):2454. doi:10.3390/nu13072454.
 20. Praet SFE, Purdam CR, Welvaert M, Vlahovich N, Lovell G, Burke LM, et al. Oral supplementation of specific collagen peptides combined with calf-strengthening exercises enhances function and reduces pain in Achilles tendinopathy patients. *Nutrients.* 2019;11(1):76. doi:10.3390/nu11010076.
 21. Zdzieblik D, Brame J, Oesser S, Gollhofer A, König D. The influence of specific bioactive collagen peptides on knee joint discomfort in young physically active adults: a randomized controlled trial. *Nutrients.* 2021;13(2):523. doi:10.3390/nu13020523.
 22. Kviatkovsky SA, Hickner RC, Cabre HE, Small SD, Ormsbee MJ. Collagen peptides supplementation improves function, pain, and physical and mental outcomes in active adults. *J Int Soc Sports Nutr.* 2023;20(1):2243252. doi:10.1080/15502783.2023.2243252.
 23. Bello AE, Oesser S. Collagen hydrolysate for the treatment of osteoarthritis and other joint disorders: a review of the literature. *Curr Med Res Opin.* 2006;22(11):2221-2232. doi:10.1185/030079906X148373.
 24. Porfírio E, Fanaro GB. Collagen supplementation as a complementary therapy for the prevention and treatment of osteoporosis and osteoarthritis: a systematic review. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2016;19(1):153-164. doi:10.1590/1809-9823.2016.14145.
 25. Shaw G, Lee-Barthel A, Ross ML, Wang B, Baar K. Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *Am J Clin Nutr.* 2017;105(1):136-143. doi:10.3945/ajcn.116.138594.
 26. de Miranda RB, et al. Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis. *Int J Dermatol.* 2021;60(12):1449-1461. doi:10.1111/ijd.15518.
 27. Bischof K, Moitzi AM, Stafilidis S, König D. Impact of collagen peptide supplementation in combination with long-term physical training on strength, musculotendinous remodeling, functional recovery, and body composition in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med.* 2024. doi:10.1007/s40279-024-02079-0.
 28. Zdzieblik D, Oesser S, Baumstark MW, Gollhofer A, König D. Collagen peptide supplementation in combination with resistance training improves body composition and increases muscle strength in elderly sarcopenic men: a randomized controlled trial. *Br J Nutr.* 2015;114(8):1237-1245. doi:10.1017/S0007114515002810.