

EXERCÍCIO DE VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO E INFLAMAÇÃO SISTÊMICA DE BAIXO GRAU EM IDOSOS: UMA REVISÃO NARRATIVA

EJERCICIO DE VIBRACIÓN DE CUERPO ENTERO E INFLAMACIÓN SISTÉMICA DE BAJO GRADO EN ADULTOS MAYORES: UNA REVISIÓN NARRATIVA

EFFECTS OF WHOLE-BODY VIBRATION EXERCISE ON LOW-GRADE SYSTEMIC INFLAMMATION IN OLDER ADULTS: A NARRATIVE REVIEW

André Luiz Bandeira Dionizio Cardoso ¹

Abdon Luiz Gonçalves Nanhay ²

Danúbia da Cunha de Sá-Caputo ³

RESUMO

O envelhecimento populacional está associado a alterações no sistema imunológico que favorecem o desenvolvimento de um estado inflamatório crônico de baixa intensidade, conhecido como *inflammaging*, caracterizado pelo aumento de mediadores pró-inflamatórios, como a interleucina-6 (IL-6), e desequilíbrio com citocinas anti-inflamatórias, como a interleucina-10 (IL-10). Nesse contexto, intervenções não farmacológicas capazes de modular a inflamação sistêmica têm sido amplamente investigadas. O exercício de vibração de corpo inteiro (EVCI) surge como uma alternativa de baixo esforço físico e demanda metabólica, potencialmente aplicável em populações idosas. O objetivo desta revisão narrativa foi sintetizar criticamente as evidências acerca dos efeitos do EVCI sobre marcadores inflamatórios sistêmicos de baixo grau em idosos, com foco nas citocinas IL-6 e IL-10. A busca foi realizada nas bases PubMed, Web of Science, Scopus e EMBASE, resultando em cinco estudos elegíveis, incluindo ensaios clínicos e estudos experimentais com protocolos agudos e crônicos de EVCI. De forma geral, os resultados indicam ausência de alterações consistentes nas concentrações de IL-6 e IL-10 após a intervenção, independentemente do perfil clínico dos participantes ou da duração dos protocolos de EVCI. No entanto, evidências pontuais sugerem modulação de vias inflamatórias em nível celular, como a redução da expressão de receptores Toll-like (TLR-2 e TLR-4), indicando possíveis efeitos imunomoduladores não captados por marcadores circulantes. Conclui-se que o EVCI não

¹ Biólogo, Pós-doutorando no Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. andreluisdionizio@hotmail.com.

² Médico, Aluno de extensão no Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ananhay@gmail.com

³ Fisioterapeuta, Pesquisadora responsável pelo Laboratório de Vibrações Mecânicas e Práticas Integrativas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. dradanubia@gmail.com.

promove alterações consistentes em IL-6 e IL-10, mas pode atuar em mecanismos inflamatórios subjacentes. Estudos futuros devem priorizar a padronização dos protocolos e a avaliação da cinética inflamatória, visando melhor compreensão do impacto do EVCI sobre a inflamação de baixo grau no envelhecimento.

Palavras-chave: Envelhecimento; Citocinas; Exercício físico; Inflamação sistêmica; Biomarcadores.

RESUMEN

El envejecimiento poblacional se asocia con alteraciones en el sistema inmunológico que favorecen el desarrollo de un estado inflamatorio crónico de bajo grado conocido como inflammaging, caracterizado por el aumento de mediadores proinflamatorios como la interleucina-6 (IL-6) y un desequilibrio con citocinas antiinflamatorias como la interleucina-10 (IL-10). En este contexto, las intervenciones no farmacológicas capaces de modular la inflamación sistémica han sido ampliamente investigadas. El ejercicio de vibración de cuerpo entero (WBV) ha surgido como una alternativa caracterizada por bajo esfuerzo físico y demanda metabólica, con potencial aplicabilidad en poblaciones de edad avanzada. El objetivo de esta revisión narrativa fue sintetizar críticamente la evidencia disponible sobre los efectos del WBV en marcadores inflamatorios sistémicos de bajo grado en adultos mayores, con un enfoque específico en IL-6 e IL-10. Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Web of Science, Scopus y EMBASE, lo que resultó en cinco estudios elegibles, incluyendo ensayos clínicos y estudios experimentales con protocolos agudos y crónicos de WBV. En general, los resultados indican la ausencia de cambios consistentes en las concentraciones de IL-6 e IL-10 tras la intervención, independientemente del perfil clínico de los participantes o de la duración de los protocolos de WBV. Sin embargo, algunas evidencias sugieren la modulación de vías inflamatorias a nivel celular, como la reducción de la expresión de receptores tipo Toll (TLR-2 y TLR-4), lo que indica posibles efectos inmunomoduladores no captados por biomarcadores circulantes. En conclusión, el WBV no parece alterar de manera consistente los niveles de IL-6 e IL-10, pero puede actuar sobre mecanismos inflamatorios subyacentes. Los estudios futuros deben priorizar la estandarización de los protocolos y la evaluación de la cinética inflamatoria, con el fin de comprender mejor el impacto del WBV en la inflamación de bajo grado asociada al envejecimiento.

Palabras clave: Citocinas; Ejercicio; Inflamación sistémica; Adultos mayores; Biomarcadores.

ABSTRACT

Population aging is associated with alterations in the immune system that favor the development of a chronic low-grade inflammatory state known as inflammaging, characterized by increased levels of pro-inflammatory mediators such as interleukin-6 (IL-6) and an imbalance with anti-inflammatory cytokines such as interleukin-10 (IL-10). In this context, non-pharmacological interventions capable of modulating systemic inflammation have been widely investigated. Whole-body vibration exercise (WBV) has emerged as an alternative characterized by low physical effort and metabolic demand, with potential applicability in older populations. The aim of this narrative review was to critically synthesize the available evidence regarding the effects of WBV on systemic low-grade inflammatory markers in older adults, with a specific focus on IL-6 and IL-10. A literature search was conducted in PubMed, Web of Science, Scopus, and EMBASE, resulting in five eligible studies, including clinical trials and experimental studies employing both acute and chronic

WBV protocols. Overall, the findings indicate a lack of consistent changes in IL-6 and IL-10 concentrations following the intervention, regardless of participants' clinical profile or the duration of the WBV protocols. However, some evidence suggests modulation of inflammatory pathways at the cellular level, such as reduced expression of Toll-like receptors (TLR-2 and TLR-4), indicating potential immunomodulatory effects not captured by circulating biomarkers. In conclusion, WBV does not appear to consistently alter IL-6 and IL-10 levels but may act on underlying inflammatory mechanisms. Future studies should prioritize protocol standardization and the assessment of inflammatory kinetics to better understand the impact of WBV on low-grade inflammation in aging.

Keywords: Cytokines; Exercise; Systemic inflammation; Older adults; Biomarkers.

1. INTRODUÇÃO

O rápido envelhecimento populacional global resulta do aumento sustentado da expectativa de vida associado à redução das taxas de fertilidade observadas nas últimas décadas (Ogura; Jakovljevic, 2018). Em resposta a esse cenário, a Organização das Nações Unidas, em conjunto com a Organização Mundial da Saúde (OMS), proclamou a “Década do Envelhecimento Saudável” (2021-2030), com o objetivo de promover a capacidade funcional e preservar a capacidade intrínseca ao longo do curso da vida (Beard *et al.*, 2016; Keating, 2022). Nesse contexto, o envelhecimento saudável é definido como a manutenção das habilidades físicas e mentais que permitem bem-estar na velhice, transcendente à mera ausência de doenças, sendo fortemente influenciado pela interação entre fatores biológicos, ambientais e comportamentais (Keating, 2022).

Do ponto de vista biológico, o envelhecimento é acompanhado por alterações progressivas do sistema imunológico, fenômeno conhecido como imunossenescência (Franceschi; Campisi, 2014), que culmina em um estado inflamatório sistêmico crônico de baixa intensidade, denominado *inflammaging* (Franceschi *et al.*, 2000; Franceschi; Campisi, 2014). Esse processo caracteriza-se por elevação sustentada de mediadores pró-inflamatórios circulantes na ausência de infecção ou agressão aguda e representa um dos principais mecanismos fisiopatológicos associados ao desenvolvimento de doenças crônicas relacionadas à idade, como fragilidade, sarcopenia, doenças cardiovasculares, metabólicas e neurodegenerativas (Ferrucci; Fabbri, 2018). O *inflammaging* emerge da convergência de múltiplos mecanismos, incluindo ativação crônica da imunidade inata, disfunção mitocondrial, ativação persistente do inflamassoma e acúmulo de células senescentes com fenótipo secretor pró-inflamatório (Youm *et al.*, 2013).

Entre os mediadores envolvidos nesse processo, a interleucina-6 (IL-6) ocupa posição central por sua natureza pleiotrópica e por seus efeitos imunológicos, metabólicos e endócrinos (Ferrucci; Fabbri, 2018). Níveis persistentemente elevados de IL-6 associam-se a maior risco de incapacidade funcional, fragilidade, sarcopenia, resistência à insulina, aterosclerose e mortalidade em idosos (Ferrucci; Fabbri, 2018). Em contraposição, a interleucina-10 (IL-10) exerce papel regulador fundamental na resposta inflamatória, atuando na inibição da produção de citocinas pró-inflamatórias e na contenção da ativação imune exacerbada (Gabryšová *et al.*, 2014). No envelhecimento, observa-se frequentemente um desequilíbrio entre mediadores pró e anti-inflamatórios, no qual o aumento compensatório de IL-10 nem sempre é suficiente para neutralizar o estado inflamatório crônico (Neumann *et al.*, 2019). Nesse sentido, o balanço entre IL-6 e IL-10 tem sido proposto como indicador mais robusto do risco inflamatório sistêmico do que a avaliação isolada dessas citocinas (Ferrucci; Fabbri, 2018).

Diante desse cenário, intervenções não farmacológicas capazes de modular a inflamação sistêmica de baixo grau têm recebido crescente atenção (Ferrucci; Fabbri, 2018). O exercício físico regular é reconhecido como estratégia eficaz para atenuar o *inflammaging* (Tayebi *et al.*, 2025). No entanto, limitações funcionais, comorbidades e baixa adesão podem restringir sua aplicação em populações idosas (Tayebi *et al.*, 2025). Nesse contexto, o exercício de vibração de corpo inteiro-EVCI (do termo em inglês *whole-body vibration*), gerado em um indivíduo exposto à vibração mecânica produzida em uma plataforma vibratória em funcionamento, tem emergido como uma alternativa de baixa demanda mecânica e metabólica, com potencial para induzir adaptações neuromusculares e sistêmicas no corpo (Sá Caputo *et al.*, 2022; Rittweger, 2010). Contudo, apesar do interesse crescente, os efeitos do EVCI sobre marcadores inflamatórios, particularmente IL-6 e IL-10, permanecem inconsistentes na literatura (Pan; Luo; Pang, 2025). Considerando a centralidade da inflamação sistêmica de baixo grau na fisiopatologia do envelhecimento e sua associação com desfechos clínicos relevantes em idosos, torna-se pertinente sintetizar criticamente as evidências disponíveis acerca do impacto do EVCI sobre esse eixo inflamatório nessa população.

2. METODOLOGIA

2.1 DESENHO DE ESTUDO

O presente estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, conduzida de acordo com recomendações metodológicas para revisões narrativas e orientada pelos critérios da ferramenta SANRA (*Scale for the Assessment of Narrative Review Articles*) (Baethge *et al.*, 2019). Esta revisão teve como finalidade sintetizar e discutir criticamente as evidências disponíveis acerca dos efeitos do EVCI sobre a inflamação sistêmica de baixo grau em idosos, com foco específico nas respostas circulantes das citocinas IL-6 e IL-10, mediadores centrais na modulação inflamatória associada ao envelhecimento

2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A busca bibliográfica foi realizada em 9 de fevereiro de 2026 nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Embase e Scopus. A estratégia combinou termos livres e descritores relacionados à intervenção, ao processo inflamatório e à população de interesse, utilizando operadores booleanos. A estrutura geral empregada foi: (“whole body vibration” OR “whole-body vibration” OR WBV OR “vibration therapy” OR “vibratory therapy” OR “vibration training” OR “vibration exercise” OR “systemic vibratory therapy”) AND (inflammation OR “low-grade inflammation” OR cytokines) AND (“IL-6” OR “interleukin-6” OR “IL-10” OR “interleukin-10”) AND (“aged” OR elderly OR “older adult” OR “older adults” OR “older people”).

A estratégia foi adaptada conforme as especificidades de indexação de cada base de dados, incluindo o uso de termos controlados quando aplicável. Não houve restrição inicial quanto ao período de publicação. Além disso, as listas de referências dos artigos incluídos foram examinadas manualmente para identificação de estudos potencialmente relevantes.

2.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram incluídos estudos originais conduzidos com indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos submetidos a protocolos de EVCI, tanto em intervenções agudas quanto crônicas, desde que apresentassem avaliação de IL-6 e/ou IL-10 como desfechos inflamatórios circulantes. Apenas artigos publicados em periódicos revisados por pares foram considerados elegíveis.

Foram excluídos estudos realizados exclusivamente com adultos jovens ou de meia-idade, investigações conduzidas em modelos animais ou *in vitro*, revisões narrativas ou

sistemáticas, editoriais, comentários, resumos de congresso e estudos que não apresentassem mensuração objetiva de marcadores inflamatórios sistêmicos.

2.4 SELEÇÃO DOS ESTUDOS E EXTRAÇÃO DOS DADOS

A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas. Inicialmente, procedeu-se à triagem dos títulos e resumos identificados na busca eletrônica, com exclusão daqueles que não atendiam aos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos. Em seguida, os textos completos dos estudos potencialmente relevantes foram analisados para confirmação da elegibilidade. Para os estudos incluídos, foram extraídas informações relativas ao tamanho amostral, desenho de estudo (tipo de estudo e delineamento), aos parâmetros do protocolo de EVCI (frequência, amplitude, duração, número de sessões, tempo de trabalho e repouso), aos desfechos inflamatórios e aos principais resultados.

2.5 JUSTIFICATIVA DA ABORDAGEM METODOLÓGICA

A adoção de uma abordagem narrativa estruturada foi justificada pelo número limitado de estudos disponíveis e pela heterogeneidade substancial observada nos delineamentos metodológicos, nas características das populações avaliadas e nos parâmetros do EVCI, bem como nas estratégias de mensuração e no momento de avaliação das citocinas. Essa variabilidade metodológica inviabilizou a realização de síntese quantitativa ou meta-análise. Dessa forma, optou-se por uma integração qualitativa e interpretativa dos achados, com ênfase na direção e magnitude das respostas inflamatórias, na plausibilidade biológica dos resultados e em suas possíveis implicações clínicas no contexto da inflamação crônica de baixo grau associada ao envelhecimento, em consonância com os princípios metodológicos preconizados pelo SANRA (Baethge *et al.*, 2019).

3. RESULTADOS

Inicialmente, foram selecionados 60 artigos (PubMed = 12, Web of Science = 4, Scopus = 19, EMBASE = 25). Após a remoção de duplicatas, restaram 31 registros. Em seguida, 26 foram excluídos após a triagem por título e resumo, com base nos critérios de elegibilidade. Dentre os artigos restantes, cinco atenderam aos critérios de inclusão e foram discutidos nesta revisão

3.1 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS

Os cinco estudos incluídos foram sistematizados de acordo com autor e ano de publicação, características da amostra e delineamento do estudo, o protocolo de EVCI adotado, incluindo dispositivo utilizado, parâmetros de exposição (frequência e amplitude), duração da intervenção, frequência semanal, número e duração das séries, período de descanso e desfechos inflamatórios avaliados. Um resumo dessas informações é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos estudos incluídos e efeitos do EVCI sobre marcadores inflamatórios em idosos

Autor/Ano	Amostra/ Desenho do estudo	Protocolo de EVCI	Desfechos inflamatórios	Principais Achados
Nawrat-Szołtysik <i>et al.</i> , 2022	42 participantes ECR / 12 semanas Grupo experimental (n=22) Grupo controle (n=20)	Plataforma ©FitVibe f: 20 Hz /A: 2 mm (2x/ semana) 5 sessões: - 1 min - descanso de 1 min	IL-6	O EVCI não promoveu modulação significativa dos níveis de IL-6 após intervenção crônica em idosos com risco de queda.
Neves <i>et al.</i> , 2018	20 participantes ECC/ 12 semanas Grupo intervenção (n=10) Grupo controle (n=10)	Plataforma ©FitVibe f: 30-40 Hz/ A: 2 mm (2x/ semana) 6 sessões: - 30 s - descanso de 1 min	IL-6; IL-10	O EVCI não induziu alterações nos níveis de IL-6 e IL-10, indicando ausência de efeito anti-inflamatório sistêmico, apesar de melhorias funcionais.
Lage <i>et al.</i> , 2018	26 participantes Estudo piloto/ Agudo Grupo saudável (n=13) Grupo com DPOC (n=13)	Plataforma ©FitVibe f: 35 Hz/ A: 2 mm 6 sessões - 30 s - descanso de 1 min	IL-6; IL-10	A exposição aguda ao EVCI não resultou em alterações consistentes em IL-6 e IL-10, sugerindo resposta inflamatória sistêmica discreta no curto prazo.
Rodriguez-Miguelez <i>et al.</i> , 2015	28 participantes ECC/ 8 semanas Grupo intervenção (n=10) Grupo controle (n=10)	Plataforma ©FitVibe f: 20-35 Hz/ A: 4 mm (2x/ semana) 3-4 sessões - 30 s - descanso de 2,5-3 min	IL-6; IL-10; TLR-2, TLR-4	O EVCI promoveu modulação anti-inflamatória, evidenciada por redução da ativação de TLR-2 e TLR-4 e melhora do perfil inflamatório sistêmico.
Cristi <i>et al.</i> , 2014	16 participantes Estudo experimental/ 9 semanas	Plataforma ©FitVibe f: 30-40 Hz/ A: 2 mm (3x/ semana) 5-11 sessões - 30-60 s - descanso de 3 min	IL-6	Não foram observadas alterações nos níveis de IL-6 após intervenção, indicando ausência de efeito inflamatório mensurável, apesar de melhora na aptidão física.

Os estudos selecionados incluíram um total de 132 participantes, com amostras variando entre 16 e 42 indivíduos, compostas por idosos com diferentes perfis clínicos, incluindo mulheres com risco de queda (Nawrat-Szołtysik *et al.*, 2022), indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (Neves *et al.*, 2018; Lage *et al.*, 2018) e idosos aparentemente saudáveis (Rodriguez-Miguel *et al.*, 2015; Cristi *et al.*, 2014). Os delineamentos dos estudos foram predominantemente experimentais, incluindo ensaios clínicos randomizados (Nawrat-Szołtysik *et al.*, 2022), ensaios clínicos controlados (Neves *et al.*, 2018; Rodriguez-Miguel *et al.*, 2015), um estudo experimental não controlado (Cristi *et al.*, 2014) e um estudo piloto com abordagem aguda (Lage *et al.*, 2018).

Em relação ao tipo de intervenção, a maioria dos estudos (80%) empregou protocolos crônicos de EVCI, com duração variando entre 8 e 12 semanas (Nawrat-Szołtysik *et al.*, 2022; Neves *et al.*, 2018; Rodriguez-Miguel *et al.*, 2015; Cristi *et al.*, 2014), enquanto um estudo (20%) investigou os efeitos agudos de uma única sessão (Lage *et al.*, 2018). A frequência semanal dos protocolos crônicos variou entre duas e três sessões por semana, com múltiplas séries por sessão e intervalos de recuperação entre 1 e 3 minutos.

Quanto aos dispositivos utilizados, todos os estudos empregaram plataformas vibratórias da marca FitVibe ou modelos derivados, incluindo Fitvibe 600 e FitVibe Excel Pro, caracterizando relativa homogeneidade no tipo de equipamento utilizado. Os parâmetros biomecânicos variaram entre os estudos, com frequências oscilando entre 20 e 40 Hz e amplitudes entre 2 e 4 mm. De modo geral, os protocolos envolveram séries de curta duração (30 a 60 segundos), repetidas entre 3 e 11 vezes por sessão, dependendo do estudo.

No que se refere aos desfechos inflamatórios, todos os estudos avaliaram marcadores sistêmicos circulantes, com ênfase nas citocinas IL-6 e IL-10. Adicionalmente, em apenas um estudo foram incluídos outros biomarcadores relacionados à inflamação e imunomodulação, como receptores Toll-like (TLR-2 e TLR-4) (Rodriguez-Miguel *et al.*, 2015).

3.2 PRINCIPAIS RESULTADOS RELACIONADOS A IL-6 E IL-10

Entre os estudos incluídos, Rodriguez-Miguel *et al.* (2015) relataram alterações no perfil inflamatório após 8 semanas de intervenção com EVCI em idosos. O estudo identificou modulação de vias associadas à imunidade inata, com redução da expressão dos receptores Toll-like TLR-2 e TLR-4 em células mononucleares. Foram também avaliadas as citocinas IL-6 e IL-10 como desfechos inflamatórios sistêmicos.

A maioria dos estudos não observou alterações significativas nos níveis de IL-6 e IL-10 após a aplicação do EVCI. Nawrat-Szołtysik *et al.* (2022) não identificaram mudanças

nos níveis de IL-6 após 12 semanas de intervenção em mulheres idosas com risco de queda. De forma semelhante, Cristi *et al.* (2014) não observaram alterações nos níveis de IL-6 após 9 semanas de treinamento.

Neves *et al.* (2018) não encontraram modificações significativas nos níveis de IL-6 e IL-10 após 12 semanas de intervenção em indivíduos com DPOC. No estudo de caráter agudo conduzido por Lage *et al.* (2018), não foram observadas alterações consistentes nas concentrações de IL-6 e IL-10 após uma única sessão de EVCI, tanto em indivíduos saudáveis quanto em pacientes com DPOC.

Além disso, os estudos que incluíram populações com DPOC (Neves *et al.*, 2018; Lage *et al.*, 2018) avaliaram os efeitos do EVCI sobre IL-6 e IL-10 em contextos crônicos e agudos. Em ambos os estudos, não foram observadas alterações significativas nesses marcadores inflamatórios após a intervenção.

4. DISCUSSÃO

A presente revisão narrativa teve como objetivo sintetizar as evidências disponíveis acerca dos efeitos do EVCI sobre marcadores inflamatórios sistêmicos de baixo grau em idosos, com foco nas citocinas IL-6 e IL-10. De forma geral, os achados indicam que o EVCI apresenta efeitos limitados e inconsistentes sobre essas citocinas, com predominância de estudos que não observaram alterações significativas, contrastando com evidências pontuais de modulação inflamatória associadas a mecanismos celulares específicos.

De acordo com os estudos analisados, apenas Rodriguez-Miguel *et al.* (2015) demonstraram evidência de modulação inflamatória, caracterizada pela redução da expressão dos receptores Toll-like (TLR-2 e TLR-4), componentes centrais da imunidade inata e da ativação inflamatória. Esse achado sugere que o EVCI pode atuar em níveis mais precoces da cascata inflamatória, modulando vias de sinalização celular antes de promover alterações detectáveis em citocinas circulantes como IL-6 e IL-10. De fato, Jawed *et al.* (2020) relataram que o EVCI foi capaz de aumentar a circulação de células progenitoras e, simultaneamente, atenuar marcadores inflamatórios, sugerindo um efeito sistêmico que vai além da simples modulação de citocinas circulantes. Esse tipo de resposta reforça a hipótese de que o EVCI pode exercer efeitos imunomoduladores indiretos, possivelmente mediados por alterações na função endotelial, mobilização celular e sinalização inflamatória. Nesse sentido, é plausível que a ausência de mudanças consistentes nessas citocinas (IL-6 e IL-10) não represente necessariamente ausência de efeito biológico, mas sim limitação dos desfechos avaliados para captar alterações mais sutis ou iniciais do processo inflamatório.

Por outro lado, a predominância de estudos que não identificaram alterações significativas em IL-6 e IL-10 (Nawrat-Szoltysik *et al.*, 2022; Neves *et al.*, 2018; Cristi *et al.*, 2014; Lage *et al.*, 2018) está alinhada com achados mais amplos da literatura. A revisão sistemática e meta-análise conduzida por Pan *et al.* (2025) demonstrou que, embora o EVCI possa promover melhorias em parâmetros metabólicos e lipídicos, seus efeitos sobre marcadores inflamatórios são variáveis e, frequentemente, não significativos. Ademais, esses estudos destacam que a magnitude do efeito inflamatório parece depender de fatores como intensidade do estímulo vibratório, duração da intervenção e estado inflamatório basal dos participantes.

Em idosos aparentemente saudáveis ou com baixo grau de inflamação sistêmica, a capacidade de detectar mudanças em IL-6 e IL-10 pode ser limitada, especialmente em intervenções de curta duração ou com estímulos de baixa intensidade. Em contraste, estudos que avaliaram populações com maior carga inflamatória tendem a apresentar respostas mais evidentes (Mohammed; Mawad, 2015). Por exemplo, Mohammed; Mawad, (2015) observaram redução significativa de marcadores inflamatórios em idosos submetidos ao EVCI, particularmente quando comparado ao exercício aeróbico, sugerindo que o tipo de intervenção pode influenciar a resposta inflamatória de maneira diferenciada.

Além disso, intervenções combinadas ou estratégias que potencializam o estímulo fisiológico parecem produzir efeitos mais pronunciados. O estudo de Rafael Timón *et al.* (2024), ao associar EVCI com hipóxia intermitente, demonstrou efeitos positivos nos parâmetros inflamatórios (Proteína C-reativa e IL-10), no biomarcador de formação óssea e na composição corporal (massa muscular e óssea), sugerindo que abordagens multimodais podem ser mais eficazes na modulação inflamatória em idosos. Esse achado reforça a ideia de que o EVCI isolado pode não ser suficiente para induzir alterações detectáveis em determinados biomarcadores, especialmente em populações heterogêneas.

Além disso, em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica, os estudos incluídos (Neves *et al.*, 2018; Lage *et al.*, 2018) demonstraram ausência de modulação de IL-6 e IL-10, apesar de melhorias na capacidade funcional e qualidade de vida consistentes. Esse resultado observado sugere uma separação entre adaptações fisiológicas e respostas inflamatórias sistêmicas, sugerindo que benefícios do EVCI podem estar relacionados a mecanismos não diretamente mediados por essas citocinas, como adaptações neuromusculares ou melhoria da eficiência metabólica.

Considerando a aplicação do EVCI, a heterogeneidade dos protocolos, incluindo variações na frequência (20–40 Hz), amplitude (2–4 mm), número de sessões e duração das

intervenções, representa um fator limitante importante para a comparação entre estudos. Além disso, o tamanho reduzido das amostras e a ausência de padronização na mensuração dos biomarcadores dificultam a consolidação de evidências mais robustas. Esses aspectos são consistentemente apontados na literatura como barreiras para a compreensão dos efeitos do EVCI sobre o sistema inflamatório (Pan; Luo; Pang, 2025).

O presente estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos achados. Primeiramente, observa-se um número reduzido de estudos incluídos, com tamanhos amostrais relativamente pequenos, o que limita a generalização dos resultados. Adicionalmente, há heterogeneidade significativa entre os estudos quanto ao desenho experimental, características das populações (incluindo diferentes condições clínicas) e, principalmente, aos protocolos de EVCI, com variações em frequência, amplitude, duração e volume de exposição, dificultando comparações diretas. Outra limitação relevante refere-se à seleção dos desfechos inflamatórios. A maioria dos estudos avaliou exclusivamente citocinas circulantes, como IL-6 e IL-10, sem considerar biomarcadores adicionais ou mecanismos moleculares subjacentes, o que pode restringir a compreensão da resposta inflamatória ao EVCI. Destaca-se também a ausência de padronização nos métodos laboratoriais e nos momentos de coleta, fatores que podem introduzir variabilidade nos resultados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas evidências disponíveis, o EVCI não demonstra promover alterações consistentes nas concentrações de IL-6 e IL-10 em idosos, independentemente do perfil clínico dos participantes ou da duração da intervenção. No entanto, evidências indicam que o EVCI pode atuar em vias inflamatórias em nível molecular, sugerindo efeitos biológicos que não são plenamente captados por esses biomarcadores sistêmicos.

A resposta inflamatória ao EVCI parece depender de múltiplos fatores, incluindo parâmetros do estímulo vibratório, estado inflamatório basal e sensibilidade dos desfechos avaliados. Dessa forma, a ausência de alterações em IL-6 e IL-10 não deve ser interpretada como ausência de efeito fisiológico. Estudos futuros devem priorizar a padronização dos protocolos de intervenção e a avaliação da cinética inflamatória, a fim de elucidar de forma mais precisa os mecanismos envolvidos e o impacto do EVCI sobre inflamação de baixo grau.

REFERÊNCIAS

- BAETHGE, C.; GOLDBECK-WOOD, S.; MERTENS, S. SANRA-a scale for the quality assessment of narrative review articles. **Research Integrity and Peer Review**, v. 4, n. 1, p. 5, 2019.
- BEARD, J. R.; OFFICER, A. M.; CASSELS, A. K. The world report on ageing and health. **The Gerontologist**, v. 56, n. Suppl_2, p. S163-S166, 2016.
- CRISTI, C.; COLLADO, P. S.; MÁRQUEZ, S.; GARATACHEA, N.; CUEVAS, M. J. Whole-body vibration training increases physical fitness measures without alteration of inflammatory markers in older adults. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 6, p. 611-619, 2014.
- FERRUCCI, L.; FABBRI, E. Inflammageing: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty. **Nature Reviews Cardiology**, v. 15, n. 9, p. 505-522, 2018.
- FRANCESCHI, C.; BONAFÈ, M.; VALENSIN, S.; OLIVIERI, F.; DE LUCA, M.; OTTAVIANI, E.; DE BENEDICTIS, G. Inflamm-aging: an evolutionary perspective on immunosenescence. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 908, n. 1, p. 244-254, 2000.
- FRANCESCHI, C.; CAMPISI, J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *Journals of Gerontology Series A. Biomedical Sciences and Medical Sciences*, v. 69, n. Suppl_1, p. S4-S9, 2014.
- GABRYŠOVÁ, L.; HOWES, A.; SARAIVA, M.; O'GARRA, A. The regulation of IL-10 expression. **Interleukin-10 in Health and Disease**, p. 157-190, 2014.
- JAWED, Y.; BELI, E.; MARCH, K.; KALETH, A.; LOGHMANI, M. T. Whole-body vibration training increases stem/progenitor cell circulation levels and may attenuate inflammation. **Military Medicine**, v. 185, n. Supplement_1, p. 404-412, 2020.
- KEATING, N. A research framework for the United Nations Decade of Healthy Ageing (2021–2030). **European Journal of Ageing**, v. 19, n. 3, p. 775-787, 2022.
- LAGE, V. K.; LACERDA, A. C. R.; NEVES, C. D.; CHAVES, M. G. A.; SOARES, A. A.; LIMA, L. P.; MENDONÇA, V. A. Acute effects of whole-body vibration on inflammatory markers in people with chronic obstructive pulmonary disease: a pilot study. **Rehabilitation Research and Practice**, v. 2018, n. 1, p. 5480214, 2018.
- MOHAMMED, E.; MAWAD, A. Impact of whole body vibration versus aerobic exercise training in modulation of inflammatory markers in elderly. **World Journal of Medical Sciences**, v. 12, p. 148-155, 2015.
- NAWRAT-SZOŁTYSIK, A.; SIERADZKA, M.; NOWACKA-CHMIELEWSKA, M.; PIEJKO, L.; DUDA, J.; BRACHMAN, A.; POLAK, A. Effect of whole-body vibration training on selected intrinsic risk factors in women aged 60+ at fall risk: a randomized controlled trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 24, p. 17066, 2022.

NEUMANN, C.; SCHEFFOLD, A.; RUTZ, S. Functions and regulation of T cell-derived interleukin-10. **Seminars in Immunology**, v. 44, p. 101344, 2019.

NEVES, C. D.; LACERDA, A. C. R.; LAGE, V. K.; SOARES, A. A.; CHAVES, M. G. A.; LIMA, L. P.; MENDONÇA, V. A. Whole body vibration training increases physical measures and quality of life without altering inflammatory-oxidative biomarkers in patients with moderate COPD. **Journal of Applied Physiology**, 2018.

OGURA, S.; JAKOVLJEVIC, M. M. Global population aging-health care, social and economic consequences. *Frontiers in Public Health*, v. 6, p. 335, 2018.

PAN, Y.; LUO, P.; PANG, J. Effects of whole-body vibration training on inflammatory markers and lipid profiles in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Frontiers in Immunology**, v. 16, p. 1705866, 2025.

RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 5, p. 877-904, 2010.

RODRIGUEZ-MIGUELEZ, P.; FERNANDEZ-GONZALO, R.; COLLADO, P. S.; ALMAR, M.; MARTINEZ-FLOREZ, S.; DE PAZ, J. A.; CUEVAS, M. J. Whole-body vibration improves the anti-inflammatory status in elderly subjects through toll-like receptor 2 and 4 signaling pathways. **Mechanisms of Ageing and Development**, v. 150, p. 12-19, 2015.

SÁ-CAPUTO, D. D. C.; SEIXAS, A.; TAIAR, R.; BERNARDO-FILHO, M. Vibration therapy for health promotion. In: **Complementary Therapies**. [S.l.]: IntechOpen, 2022.

TAYEBI, S. M.; POORHABIBI, H.; HEIDARY, D.; AMINI, M. A.; SADEGHI, A. Impact of aerobic exercise on chronic inflammation in older adults: a systematic review and meta-analysis. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 17, n. 1, p. 229, 2025.

TIMÓN, R.; GONZÁLEZ-CUSTODIO, A.; GUSI, N.; OLCINA, G. Effects of intermittent hypoxia and whole-body vibration training on health-related outcomes in older adults. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 36, n. 1, p. 6, 2024.

YOUM, Y. H.; GRANT, R. W.; MCCABE, L. R.; ALBARADO, D. C.; NGUYEN, K. Y.; RAVUSSIN, A.; DIXIT, V. D. Canonical Nlrp3 inflammasome links systemic low-grade inflammation to functional decline in aging. **Cell Metabolism**, v. 18, n. 4, p. 519-532, 2013.