











Estratificación del riesgo en fragilidad ortopédica: mini-revisión de resultados recientes de índices utilizados e implicaciones meta-científicas

Risk stratification in orthopedic frailty: mini-review of recent results of indices used and meta-scientific implications

Autores

-   ¹Ivan Darío Simanca Simancas
-   ²Mateo Alejandro Ruiz Florez
-   ³Sebastián Barragán Barreto
-   ⁴Keyla Patricia Lara Moreno
-   ^{5*}Yelson Alejandro Picón Jaimés

¹Corporación Universitaria Rafael Núñez. Colombia.

²Universidad de Antioquia. Colombia.

³Fundación Universitaria Sanitas. Colombia.

⁴Universidad Metropolitana. Colombia.

⁵Universidad Ramón Llul. España.

*Autor de correspondencia

Cita sugerida: Simanca I, Ruiz M, Barragán S, Lara K, Picón Y. Estratificación del riesgo en fragilidad ortopédica: mini-revisión de resultados recientes de índices utilizados e implicaciones meta-científicas. Rev. Qhalikay, 2025; 9(2): 82-88. DOI: <https://doi.org/10.33936/qkrcs.v9i2.7623>

Recibido: Junio 11, 2025

Aceptado: Diciembre 05, 2025

Publicado: Diciembre 12, 2025

Resumen

La fragilidad se ha consolidado como un determinante crítico del riesgo perioperatorio en cirugía ortopédica, debido a su capacidad para reflejar la vulnerabilidad multidimensional del paciente mayor. Sin embargo, la amplia variedad de índices disponibles y la heterogeneidad metodológica en su aplicación han dificultado la estandarización de su uso clínico. El objetivo de esta mini-revisión fue sintetizar la evidencia más reciente sobre la estratificación por fragilidad en cirugía ortopédica y destacar las fortalezas y debilidades de los índices más utilizados, para enmarcar la discusión desde una perspectiva de meta-ciencia y medicina basada en la evidencia sobre la aplicabilidad de estas herramientas. Se realizó una búsqueda exploratoria en PubMed, Scopus y Web of Science, priorizando meta-análisis, revisiones sistemáticas y estudios originales relevantes, y reportando sus hallazgos tal como fueron publicados. La síntesis se centró en evaluar la validez predictiva, los dominios evaluados y las limitaciones metodológicas de los principales índices aplicados en ortopedia. Los resultados muestran que la fragilidad predice consistentemente mortalidad y complicaciones postoperatorias con validez moderada a alta, aunque persisten importantes brechas conceptuales y metodológicas. La evidencia respalda integrar la evaluación de fragilidad en el flujo clínico ortopédico, pero su aplicación requiere estandarización, validación comparativa y un enfoque más riguroso desde la meta-ciencia.

Palabras clave: Algoritmos de predicción; brechas de la práctica profesional; fragilidad; ortopedia; traumatología.

Abstract

Frailty has emerged as a critical determinant of perioperative risk in orthopedic surgery due to its ability to reflect the multidimensional vulnerability of older adults. However, the wide range of available indices and the methodological heterogeneity in their application have hindered the standardization of their clinical use. The aim of this mini-review was to synthesize the most recent evidence on frailty-based risk stratification in orthopedic surgery and to highlight the strengths and weaknesses of the most commonly used indices, framing the discussion from a meta-scientific and evidence-based medicine perspective regarding the applicability of these tools. An exploratory search was conducted in PubMed, Scopus, and Web of Science, prioritizing meta-analyses, systematic reviews, and relevant original studies, and reporting their findings as originally published. The synthesis focused on assessing predictive validity, evaluated domains, and methodological limitations of the main indices used in orthopedic practice. The results show that frailty consistently predicts postoperative mortality and complications with moderate to high validity, although substantial conceptual and methodological gaps persist. The evidence supports incorporating frailty assessment into the orthopedic clinical workflow; however, its implementation requires standardization, comparative validation, and a more rigorous meta-scientific approach.

Keywords: Prediction algorithms; professional practice gaps; frailty; Orthopedics; traumatology.



Introducción

El cambio demográfico hacia una población cada vez más envejecida ha hecho de la cirugía ortopédica geriátrica un desafío clínico y logístico cada vez más común¹. Los adultos mayores que se someten a intervenciones ortopédicas, ya sean cirugías de urgencia por fracturas o reemplazos articulares electivos, presentan un riesgo intrínsecamente mayor de complicaciones postoperatorias, estancias hospitalarias prolongadas, reingresos, pérdida de funcionalidad e incluso mortalidad². A pesar de que estos riesgos son bien conocidos, las herramientas de evaluación preoperatoria tradicionales resultan limitadas para capturar de forma precisa el estado biológico y funcional de estos pacientes³.

La fragilidad, a diferencia de la edad cronológica o de las comorbilidades aisladas, es un síndrome multidimensional que refleja un deterioro acumulado de las reservas fisiológicas y la capacidad para responder a estresores⁴. Abarca dominios físicos, funcionales, cognitivos, nutricionales y psicosociales⁵. Esto la convierte en una variable particularmente útil para predecir desenlaces quirúrgicos en adultos mayores^{4,5}. Aunque el campo ortopédico ha reconocido cada vez más su valor pronóstico, la implementación de su evaluación en la práctica sigue siendo discontinua^{3,6}.

Recientemente, se han publicado diversos estudios que ofrecen información valiosa para la toma de decisiones tanto quirúrgicas como clínicas, en el manejo de patologías ortopédicas en la población adulta mayor^{7,8}. Sin embargo, poco se discute sobre el real alcance, limitaciones y oportunidades que posee esta evidencia, debido a la disciplina en la que se desarrolla, en gerociencias⁶, un campo del conocimiento novedoso en ciencias de la salud, que posee particularidades a tener en cuenta durante el desarrollo de estudios y capacidad de extrapolación de los resultados^{9,10}.

El objetivo de esta mini-revisión fue sintetizar la evidencia más reciente sobre la estratificación por fragilidad en cirugía ortopédica, y destacar las fortalezas y debilidades de los índices más utilizados, para enmarcar la discusión desde una perspectiva de meta-ciencia y medicina basada en la evidencia sobre la aplicabilidad de estas herramientas.

Metodología

Se llevó a cabo una mini-revisión narrativa, con búsqueda exploratoria en las bases PubMed/PubMed Central, Scopus y Web of Science. Se construyó una estrategia de búsqueda que combinó palabras clave y operadores booleanos como a partir de descriptores y sinónimos relevantes, que permitiera encontrar evidencia relacionada a índices clínicos, fragilidad, evaluación del riesgo y cirugía ortopédica. Se limitaron los resultados a artículos tanto en inglés como español, que fueran revisados por pares, y publicados hasta mayo de 2025. La búsqueda comenzó en abril de 2025 y finalizó en mayo de 2025.

Se priorizaron meta-análisis, revisiones sistemáticas, y estudios originales, tanto observacionales como experimentales. Se reportaron los resultados de los estudios de manera explícita, tal y como fueron publicados, sin necesidad de ser estandarizados.

Resultados y discusión

Fragilidad en ortopedia

La fragilidad ha dejado de ser vista exclusivamente como un síndrome geriátrico para convertirse en un estado dinámico y cuantificable que modifica de forma sustancial el riesgo quirúrgico^{1,2}. En el contexto ortopédico, se ha relacionado con mayores tasas de complicaciones postoperatorias, pérdida funcional, institucionalización y mortalidad³. A diferencia de los índices de comorbilidad tradicionalmente usados¹¹, los instrumentos de fragilidad buscan reflejar la vulnerabilidad integral del paciente¹².

Existen distintos modelos de fragilidad¹³. El modelo fenotípico, basado en los criterios de Fried, se centra en la debilidad física y el agotamiento¹⁴. El modelo de déficit acumulativo, empleado en índices como el Modified Frailty Index (mFI) incluye una variedad más amplia de variables clínicas¹⁵. Herramientas como la Clinical Frailty Scale (CFS) ofrecen una valoración visual y clínica basada en la funcionalidad y dependencia¹⁶. Sea cual sea el modelo, el poder predictivo de la fragilidad parece ser consistente en diversas subespecialidades quirúrgicas, incluyendo trauma, columna y reemplazos

articulares³.

La cirugía ortopédica en adultos mayores representa un reto creciente desde el punto de vista clínico, epidemiológico y económico^{9,10}. A medida que la población mundial envejece y aumenta la demanda de procedimientos ortopédicos tanto electivos como de urgencia, se hace cada vez más apremiante contar con herramientas eficaces que permitan predecir eventos adversos en pacientes inherentemente vulnerables². Las escalas tradicionales de riesgo, como el índice de comorbilidad de Charlson o el puntaje American Society of Anesthesiologists score (ASA), suelen ser insuficientes para capturar la heterogeneidad biológica y funcional del paciente geriátrico¹⁷.

Principales índices utilizados en cirugía ortopédica

La literatura reciente identifica varios índices de fragilidad empleados en ortopedia:

-mFI (mFI-5 y mFI-11): Derivado del Canadian Study of Health and Aging. El mFI-5 incluye variables como diabetes e hipertensión. Es simple, pero puede confundir fragilidad con comorbilidad¹⁵.

-CFS: Escala de 9 puntos basada en impresión clínica, funcionalidad y dependencia¹⁶.

-Risk Analysis Index (RAI): Incluye componentes funcionales, cognitivos y nutricionales. Validado en poblaciones quirúrgicas generales; su uso en ortopedia está en expansión¹⁸.

-Orthopedic Frailty Score (OFS): Diseñado para pacientes con trauma y columna vertebral⁷.

-Hospital Frailty Risk Score (HFRS): Derivado de bases de datos administrativas; válido en pacientes hospitalizados de edad avanzada¹⁹.

Cada herramienta varía en complejidad, cobertura de dominios y aplicabilidad práctica. No existe consenso universal sobre cuál debería considerarse el estándar de referencia en ortopedia, sobre todo, no existe una definición operativa unificada de fragilidad, lo que genera una gran heterogeneidad entre estudios y limita la comparabilidad. Además, el mFI-5 (el más utilizado), tienden a medir comorbilidades aisladas más que la fragilidad multidimensional, lo que puede distorsionar su capacidad predictiva real¹⁵.

Estratificación del riesgo de fragilidad ortopédica: capacidad predictiva y consideraciones metodológicas

En años recientes, se han intentado desarrollar ciertas escalas, las cuales han buscado ser adaptadas al entorno ortopédico. Estos instrumentos buscan optimizar la toma de decisiones quirúrgicas, identificar pacientes de alto riesgo y reducir la morbi-mortalidad posoperatoria⁸. Sin embargo, hasta ahora no se contaba con una síntesis comparativa que evaluara su precisión predictiva de manera integral.

Ante esta necesidad, Gupta *et al.*⁸ publicaron muy recientemente los resultados de un meta-análisis, que incluyó 81 estudios con más de 2.5 millones de pacientes.

Los autores identificaron 26 escalas distintas de fragilidad, siendo la mFI-5 la más utilizada (28 estudios), seguida de otras variantes del mFI, la CFS y el OFS. Los dominios más frecuentemente evaluados fueron la independencia funcional y la comorbilidad. La mayoría de los estudios se enfocaron en traumatología y artroplastias, especialmente fracturas de cadera y reemplazos articulares⁸.

Se evidenció que, la fragilidad, independientemente del índice empleado, se asocia de forma significativa con mortalidad y complicaciones. La fragilidad aumentó el riesgo de mortalidad a 30 días (OR: 2.89; IC 95 %: 2.00 – 4.18) y a 1 año (OR: 1.81; IC 95 %: 1.48 – 2.22). También se relacionó con mayor riesgo de complicaciones mayores (OR: 1.63; IC 95 %: 1.10 – 2.41) y complicaciones Clavien-Dindo grado IV (OR: 3.26; IC 95 %: 2.18 – 4.87)⁸.

En términos de precisión diagnóstica, las escalas de fragilidad demostraron una capacidad discriminativa adecuada, con valores de Área Bajo la Curva (AUC) de 0,71 para mortalidad a 30 días, 0,75 a 3 meses y 0,74 a un año. A pesar de la heterogeneidad metodológica, estos hallazgos confirman el valor clínico de incorporar la evaluación de la fragilidad como herramienta pronóstica⁸.

Los hallazgos de este meta-análisis son relevantes y oportunos. A medida que la cirugía ortopédica se vuelve más frecuente en adultos mayores, incorporar herramientas de evaluación de fragilidad en la práctica rutinaria debe dejar de ser una opción y convertirse en una prioridad⁸. La evidencia respalda el uso de índices como el mFI-5, CFS y HFRS para identificar pacientes de alto riesgo^{8,20,21}, guiar la toma de decisiones compartidas e incluso personalizar programas de rehabilitación. En la Tabla 1 se resume las características de los principales índices de fragilidad utilizados en cirugía

ortopédica.

No obstante, el estudio también expone limitaciones importantes. Muchas escalas actuales, en particular la mFI-5, tienden a medir comorbilidades más que fragilidad propiamente dicha, lo cual puede distorsionar su capacidad predictiva real. Otras escalas más integrales, como el RAI, incorporan dominios sociales, nutricionales y cognitivos, pero son menos utilizadas en ortopedia⁸. Además, herramientas como el HFRS, aunque útiles en escenarios agudos, no han sido validadas en pacientes menores de 75 años ni en contextos ambulatorios.

En conjunto, estos hallazgos confirman que la fragilidad, independientemente del índice utilizado, posee una capacidad predictiva consistente para anticipar complicaciones y mortalidad en cirugía ortopédica. No obstante, la interpretación de esta evidencia requiere considerar aspectos conceptuales y metodológicos que pueden influir en su aplicabilidad clínica. A continuación, se presenta una discusión integrada de estos elementos, organizada para clarificar las limitaciones, fortalezas y oportunidades de mejora en el campo.

Tabla 4. Correlación entre Cribado de TCA y EFCA

Índice	Tipo / Modelo de Fragilidad	Dominios evaluados	Ventajas	Limitaciones	Uso reportado en ortopedia
mFI-5 / mFI-11	Déficit acumulativo	Comorbilidades (diabetes, hipertensión, EPOC, dependencia funcional, etc.)	Fácil de aplicar; ampliamente utilizado; buena capacidad predictiva	Confunde comorbilidad con fragilidad; no incorpora funcionalidad ni cognición	Es el índice más utilizado (28 estudios del meta-análisis)
Clinical Frailty Scale (CFS)	Evaluación clínica / funcional	Funcionalidad, dependencia, capacidad física	Herramienta rápida; fácil de interpretar	Evaluación subjetiva; menor estandarización entre observadores	Uso creciente en ortopedia; buena discriminación de riesgo
Risk Analysis Index (RAI)	Déficit acumulativo ampliado	Funcionalidad, cognición, nutrición, comorbilidades	Enfoque multidimensional; mejor reflejo de la vulnerabilidad real	Poco utilizado en ortopedia; más complejo	En expansión; fuerte evidencia en cirugía general
Orthopedic Frailty Score (OFS)	Índice específico para trauma ortopédico	Variables clínicas y funcionales asociadas al trauma	Diseñado para ortopedia; buen rendimiento en trauma y columna	Validación aún limitada; menos generalizable	Creciente uso en trauma ortopédico
Hospital Frailty Risk Score (HFRS)	Déficit acumulativo derivado de bases de datos	Diagnósticos hospitalarios (códigos)	Útil en escenarios agudos; automatizable	No validado en <75 años; no aplica a contextos ambulatorios	Útil en ortopedia hospitalaria en adultos mayores

Desde la medicina basada en la evidencia, la literatura actual confirma la relevancia clínica de la fragilidad para predecir desenlaces adversos en cirugía ortopédica^{9,10}. Sin embargo, desde una mirada meta-científica, el campo enfrenta desafíos importantes, tales como, las brechas del conocimiento existentes, tales como brechas poblacionales, teóricas, empíricas, metodológicas y demás, que deben explorarse^{22,23}.

La interpretación crítica de la evidencia sobre fragilidad en ortopedia requiere analizar tres dimensiones fundamentales: las limitaciones conceptuales de los índices disponibles, las limitaciones metodológicas de los estudios que los evalúan y las brechas existentes en su aplicación clínica. Esta estructura permite contextualizar los hallazgos desde una perspectiva de meta-ciencia y medicina basada en la evidencia^{7,8}.

Desde el punto de vista de la investigación basada en la evidencia, el estudio de la fragilidad en ortopedia representa una brecha evidente, sobre todo, cuando se refiere al adulto mayor^{7,8}. Primero, la falta de una definición operativa unificada de fragilidad genera una gran heterogeneidad entre estudios. Esto complica los meta-análisis y limita la comparabilidad. Segundo, muchos trabajos utilizan diseños retrospectivos y datos administrativos, lo que introduce sesgos y limita la inferencia causal. Tercero, aunque los índices de fragilidad muestran asociaciones estadísticamente significativas, su valor incremental frente a herramientas tradicionales como ASA o la edad cronológica aún no ha sido explorado de forma rigurosa^{3,8}.

Si bien el mFI-5 es el índice más utilizado por su simplicidad y disponibilidad en bases de datos, su enfoque centrado en comorbilidades limita su capacidad para capturar plenamente la vulnerabilidad multidimensional propia de la fragilidad¹⁵. Esta característica explica parte de la variabilidad en su rendimiento predictivo y justifica la exploración de herramientas con dominios más amplios¹⁸.

Se necesitan estudios prospectivos, multicéntricos y estandarizados que validen los índices existentes, comparen su rendimiento y desarrollen nuevos instrumentos específicos para el entorno ortopédico^{9,10}. Esta línea de investigación es coherente con las prioridades globales en envejecimiento saludable, cirugía segura y fortalecimiento de sistemas de salud^{9,10}. También, al ser una necesidad emergente debido al envejecimiento poblacional y eventual riesgo de exposición al ambiente quirúrgico para resolución de enfermedades, se justifica el desarrollo de investigaciones en este campo, debido a estándares de relevancia científica internacional²⁴.

Es así que, la estratificación del riesgo por fragilidad en cirugía ortopédica demuestra ser una herramienta robusta para predecir eventos adversos. El reciente meta-análisis de Gupta *et al.*⁸ representa un avance clave en la consolidación del campo. Sin embargo, persisten importantes vacíos conceptuales y metodológicos. Abordarlos mediante investigación clínica rigurosa debería considerarse una prioridad para garantizar que la cirugía ortopédica del adulto mayor se adapte a las necesidades reales de una población en continuo envejecimiento.

Conclusión

La fragilidad es un determinante crítico del riesgo perioperatorio en cirugía ortopédica y su evaluación sistemática permite anticipar de manera más precisa complicaciones, estancias prolongadas y mortalidad en adultos mayores. La evidencia disponible demuestra que índices como el mFI-5, la CFS y el HFRS muestran validez predictiva consistente y son aplicables en escenarios ortopédicos de alta prioridad, especialmente en fractura de cadera, trauma mayor y artroplastias. En consecuencia, se recomienda su adopción progresiva como parte de la valoración preoperatoria estandarizada, junto con estudios comparativos más rigurosos que permitan definir cuál índice ofrece el mayor valor incremental frente a herramientas tradicionales como ASA o la edad cronológica. Desde una perspectiva meta-científica, avanzar hacia una estandarización conceptual y metodológica es esencial para garantizar que la fragilidad se incorpore de manera efectiva como una herramienta ética, práctica y basada en evidencia en la toma de decisiones quirúrgicas del paciente mayor.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

1. Quatman CE, Wiseman J, Phieffer L. Academic Geriatric Orthopaedics: A New paradigm for Inpatient Care. *Curr Geriatr Rep.* 2018 Dec;7(4):272-277. doi: 10.1007/s13670-018-0266-9
2. Li X, Lai H, Wang P, Feng S, Feng X, Kong C, et al. Risk Factors for Postoperative Cognitive Decline After Orthopedic Surgery in Elderly Chinese Patients: A Retrospective Cohort Study. *Clin Interv Aging.* 2024 Mar 19;19:491-502. doi: 10.2147/CIA.S436349
3. Kong C, Zhang Y, Wang C, Wang P, Li X, Wang W, et al. Comprehensive geriatric assessment for older orthopedic patients and analysis of risk factors for postoperative complications. *BMC Geriatr.* 2022 Aug 4;22(1):644. doi: 10.1186/s12877-022-03328-5.
4. Chen X, Mao G, Leng SX. Frailty syndrome: an overview. *Clin Interv Aging.* 2014 Mar 19;9:433-41. doi: 10.2147/CIA.S45300

5. Allison R 2nd, Assadzandi S, Adelman M. Frailty: Evaluation and Management. *Am Fam Physician*. 2021 Feb 15;103(4):219-226
6. Greenstein AS, Gorczyca JT. Orthopedic Surgery and the Geriatric Patient. *Clin Geriatr Med*. 2019; 35(1):65-92. doi: 10.1016/j.cger.2018.08.007
7. Mohammad Ismail A, Hildebrand F, Forssten MP, Ribeiro MAF Jr, Chang P, Cao Y, et al. Orthopedic Frailty Score and adverse outcomes in patients with surgically managed isolated traumatic spinal injury. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2024; 9(1):e001265. doi: 10.1136/tsaco-2023-001265
8. Gupta NK, Dunivin F, Chmait HR, Smitterberg C, Buttar A, Fazal-Ur-Rehman M, et al. Orthopedic frailty risk stratification (OFRS): a systematic review of the frailty indices predicting adverse outcomes in orthopedics. *J Orthop Surg Res*. 2025; 20(1):247. doi: 10.1186/s13018-025-05609-2
9. Lozada-Martinez ID, Hernandez-Paez DA, Palacios Velasco I, Martinez Guevara D, Liscano Y. Meta-Research in Geriatric Surgery: Improving the Quality of Surgical Evidence for Older Persons in a Multidimensional-Scale Research Field. *J Clin Med*. 2024 Sep 13;13(18):5441. doi: 10.3390/jcm13185441
10. Lozada-Martinez ID, Diazgranados-García MC, Delgado P. Geriatric surgery: a novel field of person-centered surgical care for the oldest-old. *International Journal of Surgery Open*. 2024; 62(5):663-664. doi: 10.1097/IO9.0000000000000154
11. Moltó A, Dougados M. Comorbidity indices. *Clin Exp Rheumatol*. 2014 Sep-Oct;32(5 Suppl 85):S-131-4.
12. Kim DJ, Massa MS, Potter CM, Clarke R, Bennett DA. Systematic review of the utility of the frailty index and frailty phenotype to predict all-cause mortality in older people. *Syst Rev*. 2022 Sep 2;11(1):187. doi: 10.1186/s13643-022-02052-w
13. Zhang D, Tang W, Dou LY, Luo J, Sun Y. Four different frailty models predict health outcomes in older patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Geriatr*. 2022 Jan 16;22(1):57. doi: 10.1186/s12877-022-02750-z
14. Bieniek J, Wilczyński K, Szewieczek J. Fried frailty phenotype assessment components as applied to geriatric inpatients. *Clin Interv Aging*. 2016 Apr 22;11:453-9. doi: 10.2147/CIA.S101369
15. Guiab K, Evans T, Siddiqi M, Saadat G, Brigode W, Starr F, et al. Can the 5-item Modified Frailty Index Predict Outcomes in Geriatric Trauma? A National Database Study. *World J Surg*. 2022 Oct;46(10):2328-2334. doi: 10.1007/s00268-022-06637-3
16. Mendiratta P, Schoo C, Latif R. Clinical Frailty Scale. 2023 Apr 23. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan
17. Kiliç G, Karakuş Ö, Gürer B. The role of ASA score and Charlson comorbidity index in predicting in-hospital mortality in geriatric hip fracture patients. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023 Aug;27(15):7065-7072. doi: 10.26355/eurrev_202308_33279
18. Wan MA, Clark JM, Nuño M, Cooke DT, Brown LM. Can the Risk Analysis Index for Frailty Predict Morbidity and Mortality in Patients Undergoing High-risk Surgery? *Ann Surg*. 2022 Dec 1;276(6):e721-e727. doi: 10.1097/SLA.0000000000004626
19. Nghiem S, Afoakwah C, Scuffham P, Byrnes J. Hospital frailty risk score and adverse health outcomes: evidence from longitudinal record linkage cardiac data. *Age Ageing*. 2021 Sep 11;50(5):1778-1784. doi: 10.1093/ageing/afab073
20. Gupta NK, Chmait HR, Gill V, Turnow M, Manes T, Taylor BC, et al. Risk Analysis Index for Estimation of 30-Day Postoperative Mortality in Hip Fractures. *JAMA Netw Open*. 2025; 8(5):e2512689. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2025.12689
21. Lemos JL, Welch JM, Xiao M, Shapiro LM, Adeli E, Kamal RN. Is Frailty Associated with Adverse Outcomes After Orthopaedic Surgery?: A Systematic Review and Assessment of Definitions. *JBJS Rev*. 2021; 9(12). doi: 10.2106/JBJS.RVW.21.00065
22. Lozada-Martinez ID, Hernandez-Paez D, Zárate YEJ, Delgado P. Scientometrics and meta-research in medical

research: approaches required to ensure scientific rigor in an era of massive low-quality research. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2025 Jun 6;71(4):e20241612. doi: 10.1590/1806-9282.20241612

23. Lozada-Martinez ID, Neira-Rodado D, Martinez-Guevara D, Cruz-Soto HS, Sanchez-Echeverry MP, Liscano Y. Why is it important to implement meta-research in universities and institutes with medical research activities? *Front Res Metr Anal*. 2025 Mar 19;10:1497280. doi: 10.3389/frma.2025.1497280.

24. Lozada-Martinez ID, Hernandez-Paz DA, Fiorillo-Moreno O, Picón-Jaimes YA, Bermúdez V. Meta-Research in Biomedical Investigation: Gaps and Opportunities Based on Meta-Research Publications and Global Indicators in Health, Science, and Human Development. *Publications*. 2025; 13(1):7. doi: 10.3390/publications13010007

Contribución de los autores:

Ivan Darío Simanca Simancas: conceptualización del estudio, investigación, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición. **Mateo Alejandro Ruiz Florez:** conceptualización del estudio, investigación, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición. **Sebastián Barragán Barreto:** conceptualización del estudio, investigación, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición. **Keyla Patricia Lara Moreno:** conceptualización del estudio, investigación, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición. **Yelson Alejandro Picón Jaimes:** conceptualización del estudio, investigación, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición.