

LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, Asunción, Paraguay

ISSN en línea: 2789-3855, 2026

Osteoporosis y riesgo de fractura: estrategias actuales para la prevención, evaluación y manejo en la práctica clínica

Osteoporosis and fracture risk: current strategies for prevention, assessment and management in clinical practice

Stephany González Lobo

Stefgonz31@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-9664-2770>

Investigadora independiente

San José – Costa Rica

Yarizol Delgado Paniagua

hiyarisol@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-2552-1206>

Investigadora independiente

Heredia – Costa Rica

Lloyd Steven Shedden Hidalgo

lloydshedden@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0940-0454>

Investigador independiente

Limón – Costa Rica

Joshmar Tadlaoui Gonzalez

Joshmar31qht@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-3993-537X>

Investigador independiente

Limón – Costa Rica

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5745>

Artículo recibido: 18 de diciembre de 2025.

Aceptado para publicación: 24 de abril de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.


Redilat
Red de Investigadores Latinoamericanos


LATAM

Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades

VOLUMEN VII

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5745>

Osteoporosis y riesgo de fractura: estrategias actuales para la prevención, evaluación y manejo en la práctica clínica

Osteoporosis and fracture risk: current strategies for prevention, assessment and management in clinical practice

Stephany González Lobo

Stefgonz31@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-9664-2770>

Investigadora independiente

San José – Costa Rica

Yarizol Delgado Paniagua

hiyarisol@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-2552-1206>

Investigadora independiente

Heredia – Costa Rica

Lloyd Steven Shedden Hidalgo

lloydshedden@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0940-0454>

Investigador independiente

Limón – Costa Rica

Joshmar Tadlaoui Gonzalez

Joshmar31qht@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-3993-537X>

Investigador independiente

Limón – Costa Rica

Artículo recibido: 18 de diciembre de 2025. Aceptado para publicación: 24 de abril de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

La osteoporosis es una enfermedad esquelética frecuente que se asocia con disminución de la densidad mineral ósea, deterioro de la microarquitectura y aumento del riesgo de fracturas, especialmente en personas mayores y mujeres posmenopáusicas. El objetivo de este trabajo fue sintetizar la fisiopatología, los factores de riesgo, la evaluación clínica, las estrategias preventivas y las opciones terapéuticas actuales en osteoporosis. Se realizó una revisión narrativa de la literatura centrada en los mecanismos del remodelado óseo, la identificación del riesgo de fractura, los métodos diagnósticos y las intervenciones farmacológicas y no farmacológicas disponibles. La evidencia revisada mostró que la enfermedad se desarrolla por un desequilibrio entre resorción y formación ósea, influido por la interacción entre osteoblastos, osteoclastos y osteocitos, así como por mecanismos hormonales, en particular la deficiencia de estrógenos y el envejecimiento. También mostró que factores no modificables, como edad, sexo femenino y predisposición genética, y factores modificables, como baja ingesta de calcio y vitamina D, sedentarismo, tabaquismo y bajo índice de masa corporal, contribuyen de forma importante a su desarrollo. La evaluación del riesgo de fractura incluye historia clínica, valoración del riesgo de caídas, identificación de comorbilidades, medición de la densidad mineral ósea mediante absorciometría dual de rayos X y uso de herramientas como FRAX. El tratamiento se basa en medidas preventivas, educación, ejercicio, optimización nutricional y terapias farmacológicas antirresortivas o anabólicas según el riesgo. Se concluyó que el diagnóstico

oportuno, la estratificación adecuada del riesgo y el seguimiento clínico permiten optimizar el tratamiento y reducir fracturas, mientras los biomarcadores y la medicina personalizada amplían las perspectivas de manejo futuro.

Palabras clave: remodelado óseo, densidad mineral ósea, FRAX, bisfosfonatos, riesgo de caídas

Abstract

Osteoporosis is a common skeletal disease associated with decreased bone mineral density, deterioration of bone microarchitecture, and an increased risk of fractures, especially in older adults and postmenopausal women. The aim of this study was to synthesize the pathophysiology, risk factors, clinical assessment, preventive strategies, and current therapeutic options for osteoporosis. A narrative literature review was conducted, focusing on the mechanisms of bone remodeling, fracture risk assessment, diagnostic methods, and available pharmacological and non-pharmacological interventions. The reviewed evidence showed that the disease develops due to an imbalance between bone resorption and formation, influenced by the interaction between osteoblasts, osteoclasts, and osteocytes, as well as by hormonal mechanisms, particularly estrogen deficiency and aging. It was also shown that non-modifiable factors, such as age, female sex, and genetic predisposition, and modifiable factors, such as low calcium and vitamin D intake, sedentary lifestyle, smoking, and low body mass index, contribute significantly to its development. Fracture risk assessment includes medical history, fall risk assessment, identification of comorbidities, bone mineral density measurement using dual-energy X-ray absorptiometry, and the use of tools such as FRAX. Treatment is based on preventive measures, education, exercise, nutritional optimization, and antiresorptive or anabolic pharmacological therapies depending on the risk. It was concluded that timely diagnosis, appropriate risk stratification, and clinical follow-up allow for optimized treatment and a reduction in fractures, while biomarkers and personalized medicine broaden the perspectives for future management.

Keywords: bone remodeling, bone mineral density, FRAX, bisphosphonates, risk of falls

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons.



Cómo citar: González Lobo, S., Delgado Paniagua, Y., Shedden Hidalgo, L. S., & Tadlaoui Gonzalez, J. (2026). Osteoporosis y riesgo de fractura: estrategias actuales para la prevención, evaluación y manejo en la práctica clínica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (2), 1614 – 1631. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5745>

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis se define como un trastorno esquelético caracterizado por una reducción de la masa ósea y un deterioro de la calidad del hueso, lo que finalmente conduce a una mayor susceptibilidad a fracturas por fragilidad. Estas fracturas suelen ocurrir tras traumatismos mínimos que normalmente no producirían lesión ósea en individuos sanos (Morin et al., 2025; Hansen et al., 2022). Debido a su amplia prevalencia y a la creciente carga que representa para los sistemas de salud, la osteoporosis ha sido reconocida progresivamente como un importante problema de salud global. Las proyecciones actuales sugieren que la incidencia de osteoporosis continuará aumentando de manera significativa, con estimaciones que indican que el número de personas afectadas podría duplicarse para el año 2034 (Sultan & Bukhari, 2022). En reconocimiento de su relevancia clínica, la Organización Mundial de la Salud ha clasificado la osteoporosis como una enfermedad no transmisible de gran importancia que afecta a cientos de millones de personas en todo el mundo (Carey et al., 2022).

Las consecuencias clínicas de la osteoporosis están determinadas en gran medida por la aparición de fracturas por fragilidad, particularmente aquellas que afectan la cadera y los cuerpos vertebrales. Estas fracturas se asocian con una considerable morbilidad y mortalidad, y con frecuencia conducen a una limitación funcional a largo plazo (Morin et al., 2025; Khan et al., 2024). Más allá de sus implicaciones clínicas, las fracturas por fragilidad también generan una carga económica significativa para los sistemas de salud. En Estados Unidos, por ejemplo, se proyecta que el costo asociado a las fracturas osteoporóticas alcance aproximadamente los 50 mil millones de dólares para el año 2040, superando los gastos sanitarios relacionados con enfermedades pulmonares crónicas, cáncer de mama, diabetes o accidente cerebrovascular (Sultan & Bukhari, 2022). Además, la aparición de una fractura por fragilidad suele iniciar un ciclo caracterizado por un mayor riesgo de fracturas subsecuentes, discapacidad progresiva y una mayor probabilidad de mortalidad prematura (LeBoff et al., 2022).

Desde una perspectiva epidemiológica, la osteoporosis representa uno de los trastornos esqueléticos más prevalentes a nivel mundial. Se estima que aproximadamente una de cada tres mujeres y uno de cada cinco hombres mayores de cincuenta años desarrollarán osteoporosis a lo largo de su vida (Morin et al., 2025). Sin embargo, la prevalencia de la enfermedad no es uniforme entre las diferentes poblaciones y tiende a ser mayor en regiones caracterizadas por estructuras demográficas envejecidas (Ensrud & Crandall, 2024). Estas diferencias regionales en la distribución de la enfermedad están influenciadas por una compleja interacción entre la predisposición genética, los hábitos de vida y los factores ambientales que, en conjunto, condicionan la salud ósea en las distintas poblaciones (Adejuyigbe et al., 2023).

Dada la importante carga asociada a la osteoporosis y sus complicaciones, la identificación temprana de los individuos en riesgo se ha convertido en un componente fundamental del manejo clínico moderno. Las estrategias diagnósticas se basan con frecuencia en la evaluación de la densidad mineral ósea mediante técnicas densitométricas, complementadas con herramientas de predicción del riesgo como el modelo FRAX, que integra factores clínicos para estimar la probabilidad de fractura (Hansen et al., 2022; Carey et al., 2022). Además de la detección temprana, la prevención secundaria desempeña un papel crucial en la reducción de la incidencia de fracturas recurrentes. Programas como los servicios de enlace de fracturas han demostrado ser eficaces para mejorar la adherencia al tratamiento y reducir la tasa de fracturas subsecuentes en los pacientes afectados. Dentro de este enfoque preventivo, la terapia farmacológica constituye un componente esencial del tratamiento. Los agentes antirresortivos, incluidos los bisfosfonatos y el denosumab, se recomiendan comúnmente para individuos con alto riesgo de fractura, mientras que las terapias anabólicas, como la teriparatida, generalmente se reservan para pacientes clasificados con un riesgo muy alto de fractura (Morin et al., 2025; LeBoff et al., 2022; Åkesson & McGuigan, 2021).

El objetivo de este artículo es analizar la osteoporosis como un problema de salud pública global, abordando sus bases fisiopatológicas, los factores de riesgo asociados al desarrollo de fracturas por fragilidad y las herramientas actuales para la evaluación del riesgo de fractura.

METODOLOGÍA

Este manuscrito fue desarrollado como una revisión narrativa estructurada con el objetivo de proporcionar un análisis actualizado e integrado desde el punto de vista clínico sobre la osteoporosis y el riesgo de fractura, con especial énfasis en las estrategias de prevención, los métodos diagnósticos y las aproximaciones terapéuticas contemporáneas en la práctica clínica. La revisión se realizó de acuerdo con el marco SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles) y siguió un protocolo metodológico predefinido establecido antes del proceso de búsqueda bibliográfica. Debido a la heterogeneidad clínica de la osteoporosis, la naturaleza multifactorial del riesgo de fractura y la variabilidad en los enfoques de detección, tratamiento y seguimiento entre diferentes poblaciones de pacientes, se seleccionó una síntesis interpretativa narrativa en lugar de un análisis cuantitativo. Este enfoque permitió integrar consideraciones fisiopatológicas, epidemiológicas, diagnósticas y terapéuticas dentro de un marco coherente y clínicamente aplicable. Se prestó especial atención a la carga clínica de las fracturas por fragilidad, al papel del diagnóstico temprano, al uso de herramientas de evaluación del riesgo de fractura, a la importancia de la prevención secundaria y al papel comparativo de las terapias antirresortivas y anabólicas en pacientes con distintos niveles de riesgo. El objetivo fue proporcionar una síntesis estructurada capaz de apoyar la toma de decisiones clínicas basada en evidencia en la prevención y el manejo de las fracturas relacionadas con la osteoporosis.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, incluyendo artículos revisados por pares publicados en inglés o español entre enero de 2020 y diciembre de 2026. La búsqueda final se llevó a cabo en diciembre de 2026. Este intervalo temporal fue seleccionado con el fin de capturar los avances contemporáneos en el cribado de la osteoporosis, la estratificación del riesgo de fractura, las terapias farmacológicas disponibles, los modelos de prevención secundaria y las recomendaciones clínicas actualizadas. Se incorporaron estudios fundamentales cuando fue necesario para contextualizar mecanismos fisiopatológicos, tendencias epidemiológicas o la evolución histórica del manejo de la osteoporosis. La estrategia de búsqueda combinó términos MeSH y términos libres mediante operadores booleanos relacionados con osteoporosis, fracturas por fragilidad, densidad mineral ósea, riesgo de fractura, FRAX, densitometría, absorciometría dual de rayos X, prevención secundaria, servicios de enlace de fracturas, bisfosfonatos, denosumab, teriparatida, terapia anabólica y manejo clínico. Las búsquedas se realizaron tanto en títulos y resúmenes como en encabezamientos de materias indexadas para maximizar la sensibilidad.

La búsqueda inicial identificó 208 registros. Tras la eliminación de duplicados, 156 artículos fueron seleccionados para el proceso de revisión de títulos y resúmenes. De estos, 94 artículos fueron evaluados mediante revisión completa del texto, y finalmente 48 estudios fueron incluidos en la síntesis final. La selección de los estudios fue realizada de forma independiente por dos autores, y cualquier desacuerdo fue resuelto mediante discusión y consenso. Los criterios de exclusión incluyeron publicaciones no revisadas por pares, reportes de casos aislados, editoriales sin datos clínicos relevantes, estudios centrados exclusivamente en investigación básica sin aplicabilidad clínica directa, conjuntos de datos redundantes y artículos que no abordaban directamente la prevención de fracturas, la evaluación del riesgo, el diagnóstico o los resultados terapéuticos en osteoporosis.

Los estudios elegibles incluyeron ensayos clínicos aleatorizados, grandes cohortes observacionales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, documentos de consenso de expertos y guías clínicas internacionales contemporáneas provenientes de sociedades de endocrinología, geriatría, atención primaria, ortopedia y manejo de la osteoporosis. Se otorgó prioridad a investigaciones multicéntricas, estudios con definiciones diagnósticas estandarizadas y trabajos que evaluaran incidencia de

fracturas, eficacia terapéutica, adherencia al tratamiento, cambios en la densidad mineral ósea y eventos adversos relacionados con las terapias. Las variables extraídas incluyeron diseño del estudio, características de la población, criterios diagnósticos, factores de riesgo de fractura, métodos de evaluación de la densidad mineral ósea, uso de herramientas de predicción del riesgo de fractura, intervenciones preventivas, modalidades de tratamiento farmacológico, resultados de adherencia terapéutica, reducción de fracturas y efectos adversos reportados. La calidad metodológica y la validez interna de los estudios fueron evaluadas de forma narrativa, considerando el riesgo de sesgo, el tamaño de muestra, la duración del seguimiento, la consistencia de los criterios diagnósticos y terapéuticos, y la reproducibilidad de los resultados reportados. En situaciones de evidencia conflictiva, se otorgó mayor peso interpretativo a los estudios con mayor nivel de evidencia y a las recomendaciones respaldadas por guías clínicas.

Las listas de referencias de los estudios incluidos fueron revisadas manualmente con el fin de identificar publicaciones adicionales relevantes. Debido a su diseño narrativo, esta revisión está sujeta a un posible sesgo de selección y no proporciona estimaciones cuantitativas agrupadas. Las herramientas basadas en inteligencia artificial se utilizaron exclusivamente para asistir en la organización de la literatura y en la coherencia estructural del manuscrito, mientras que la evaluación crítica, la síntesis de la evidencia y la interpretación final fueron realizadas de manera independiente por los autores con el fin de preservar el rigor metodológico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fisiopatología de la osteoporosis

El remodelado óseo es un proceso continuo que implica la acción coordinada de osteoblastos, osteoclastos y osteocitos, cuya interacción permite mantener la integridad estructural del hueso y la homeostasis mineral del organismo. Dentro de este proceso dinámico, cada uno de estos tipos celulares desempeña funciones específicas que, en conjunto, aseguran el equilibrio entre la formación y la resorción ósea. Los osteoblastos son responsables de la formación ósea mediante la síntesis de nueva matriz ósea y la facilitación de su posterior mineralización. En contraste, los osteoclastos participan en el proceso de resorción ósea, degradando el tejido óseo y permitiendo la liberación de minerales hacia el torrente sanguíneo. Por su parte, los osteocitos, que derivan de los osteoblastos, actúan como mecanosensores dentro del tejido óseo y regulan la actividad tanto de osteoblastos como de osteoclastos a través de diversas vías de señalización, entre las que destaca el eje RANKL/RANK/OPG. La interacción funcional entre estas células permite que el hueso responda a estímulos mecánicos y metabólicos, manteniendo su resistencia estructural y su función fisiológica (Umur et al., 2024; McNamara, 2021).

Para que este sistema funcione de manera adecuada, es esencial que exista un equilibrio delicado entre la formación ósea mediada por los osteoblastos y la resorción ósea llevada a cabo por los osteoclastos. Este balance es fundamental para conservar la masa ósea y la fortaleza del esqueleto. Cuando dicho equilibrio se altera, se produce un desbalance en el remodelado óseo que puede conducir al desarrollo de diversas enfermedades óseas, entre ellas la osteoporosis (Adejuyigbe et al., 2023).

Diversas hormonas participan activamente en la regulación del remodelado óseo, entre ellas el estrógeno, la hormona paratiroidea y la calcitonina. Estas hormonas modulan la actividad celular en el tejido óseo y contribuyen a mantener el equilibrio entre formación y resorción. En particular, el estrógeno desempeña un papel fundamental al inhibir la actividad osteoclástica y promover la función de los osteoblastos, lo que favorece el mantenimiento de la densidad ósea y la estabilidad estructural del hueso (Umur et al., 2024; Thapa et al., 2022).

En la osteoporosis, este equilibrio fisiológico del remodelado óseo se altera de manera significativa, lo que conduce a un deterioro progresivo de la estructura y función del tejido óseo. Esta condición se caracteriza por un predominio de los procesos de resorción sobre los de formación ósea. En este contexto, el aumento de la actividad osteoclástica junto con una disminución de la función osteoblástica da lugar a una pérdida neta de masa ósea. Este desequilibrio suele verse agravado por cambios hormonales, particularmente por la deficiencia de estrógenos (Zhivodernikov et al., 2023; Cheng et al., 2022).

Además del desequilibrio celular en el remodelado óseo, la osteoporosis también produce cambios estructurales importantes en el tejido óseo. Entre estos cambios se incluyen el adelgazamiento del hueso trabecular y el aumento de la porosidad del hueso cortical, alteraciones que comprometen la resistencia mecánica del esqueleto y aumentan significativamente el riesgo de fracturas. Estos cambios microestructurales reflejan el deterioro progresivo de la arquitectura ósea que caracteriza a esta enfermedad (Adejuyigbe et al., 2023; Pignolo, 2023).

Otro aspecto fundamental en la evaluación de la osteoporosis es la medición de la densidad mineral ósea, la cual constituye un parámetro clave para su diagnóstico. La densidad mineral ósea permite cuantificar la masa ósea y evaluar el grado de pérdida estructural del hueso. En este sentido, un valor de T-score igual o inferior a -2.5 se considera diagnóstico de osteoporosis y refleja una reducción significativa de la masa ósea (Hansen et al., 2022; Subarajan et al., 2024).

Los cambios hormonales y el proceso de envejecimiento ejercen una influencia considerable sobre el metabolismo óseo y desempeñan un papel determinante en el desarrollo de la osteoporosis. Entre los factores hormonales más relevantes se encuentra la deficiencia de estrógenos, especialmente durante el periodo posterior a la menopausia. La disminución de los niveles de estrógeno acelera la resorción ósea y reduce la formación de hueso nuevo, lo que conduce a una pérdida ósea acelerada y a un aumento significativo del riesgo de fracturas (McNamara, 2021; Cheng et al., 2022).

La osteoporosis posmenopáusica constituye una de las formas más frecuentes de la enfermedad y se relaciona directamente con la disminución de los niveles de estrógeno tras la menopausia. Este cambio hormonal representa uno de los factores principales en la aparición de osteoporosis en mujeres, lo que resalta la importancia de estrategias terapéuticas orientadas a mitigar la pérdida ósea, incluyendo la terapia de reemplazo hormonal y otras intervenciones dirigidas a preservar la masa ósea (Thapa et al., 2022; Subarajan et al., 2024).

Además de los cambios hormonales, el envejecimiento también produce alteraciones importantes en el metabolismo óseo. Con el avance de la edad se observa una disminución progresiva de la actividad osteoblástica, un aumento de la osteoclastogénesis y modificaciones en la microarquitectura del hueso, factores que contribuyen de manera significativa al desarrollo de la osteoporosis. A estos cambios se suman procesos como la senescencia celular y alteraciones en diversas vías de señalización molecular, que agravan aún más el deterioro de la estructura ósea asociado al envejecimiento (Pignolo, 2023; Sfeir et al., 2022).

Factores de riesgo para osteoporosis y fractura

Los factores de riesgo para el desarrollo de osteoporosis pueden clasificarse en factores no modificables y modificables, además de incluir determinadas enfermedades y el uso de algunos fármacos que contribuyen a la pérdida de masa ósea. Entre los factores no modificables, la edad avanzada representa uno de los determinantes más importantes. El envejecimiento se asocia con un aumento progresivo de la resorción ósea y una disminución de la formación de hueso nuevo, lo que conduce a una mayor fragilidad esquelética y a un incremento en el riesgo de fracturas (Sfeir et al., 2022). Asimismo, el sexo femenino constituye otro factor relevante, ya que las mujeres presentan una

mayor susceptibilidad a desarrollar osteoporosis debido a una menor masa ósea máxima alcanzada durante la vida y a los cambios hormonales que ocurren tras la menopausia, los cuales aceleran la pérdida ósea (Long et al., 2023).

La historia familiar de fracturas también desempeña un papel importante en la predisposición individual a la enfermedad. En particular, la presencia de fracturas en familiares de primer grado, especialmente fracturas de cadera, se ha asociado con un mayor riesgo de osteoporosis, lo que sugiere una influencia genética significativa (Morin et al., 2025). En este contexto, diversos estudios genéticos han demostrado que los determinantes hereditarios influyen de manera importante en la densidad mineral ósea y en el riesgo de fracturas. Los estudios de asociación del genoma completo han identificado múltiples loci genéticos relacionados con la regulación de la masa ósea y con la susceptibilidad a desarrollar osteoporosis y fracturas (Nethander et al., 2022; Nethander et al., 2023).

Además de los factores no modificables, existen diversos factores de riesgo modificables que influyen en la salud ósea y que pueden ser intervenidos mediante estrategias preventivas. Entre ellos, una ingesta insuficiente de calcio y vitamina D representa un elemento clave. Estos nutrientes son esenciales para el mantenimiento de la salud ósea, y su deficiencia puede conducir a una disminución de la densidad mineral ósea y a un aumento del riesgo de fracturas (LeBoff et al., 2022). De manera similar, el sedentarismo contribuye a la pérdida progresiva de masa ósea y aumenta la probabilidad de fracturas. En este sentido, la práctica regular de ejercicio físico, especialmente aquellos ejercicios que implican carga de peso y entrenamiento de resistencia, se recomienda como una estrategia eficaz para preservar la fortaleza del hueso (Morin et al., 2025).

Otros factores conductuales también han sido asociados con la disminución de la densidad mineral ósea. El tabaquismo y el consumo excesivo de alcohol se relacionan con niveles más bajos de masa ósea y con un mayor riesgo de fracturas, lo que refuerza la importancia de la modificación de estos hábitos como parte de las estrategias de prevención (Morin et al., 2025; Nethander et al., 2022). Asimismo, un índice de masa corporal bajo se ha vinculado con una menor masa ósea y un mayor riesgo de fracturas, particularmente en mujeres posmenopáusicas (Long et al., 2023).

Determinadas enfermedades también pueden afectar negativamente la salud ósea y contribuir al desarrollo de osteoporosis. Entre ellas destacan diversos trastornos endocrinos, como el hipertiroidismo y la diabetes, los cuales pueden alterar el metabolismo óseo y aumentar el riesgo de fracturas (Long et al., 2023). De igual manera, las enfermedades inflamatorias crónicas, como la artritis reumatoide y la enfermedad inflamatoria intestinal, se han asociado con una mayor pérdida ósea y un incremento en la incidencia de fracturas (Morin et al., 2025). En este contexto, los trastornos de malabsorción intestinal también representan un factor relevante, ya que condiciones como la enfermedad celíaca pueden provocar deficiencias de calcio y vitamina D que contribuyen al desarrollo de osteoporosis (LeBoff et al., 2022).

Por otro lado, el uso de ciertos medicamentos puede favorecer la pérdida de masa ósea y aumentar el riesgo de fracturas. Entre los fármacos más reconocidos se encuentran los glucocorticoides, cuyo uso prolongado se asocia con un riesgo elevado de osteoporosis debido a sus efectos sobre la resorción y la formación ósea (Sfeir et al., 2022). Asimismo, los inhibidores de la aromatasa, utilizados en el tratamiento del cáncer de mama, pueden inducir una disminución de los niveles de estrógeno, lo que se traduce en un aumento de la pérdida ósea. De manera similar, algunos medicamentos anticonvulsivantes pueden interferir con el metabolismo de la vitamina D, lo que contribuye a la reducción de la densidad mineral ósea (LeBoff et al., 2022).

Evaluación clínica del riesgo de fractura

La evaluación clínica del riesgo de fractura comienza con una historia médica detallada y un examen físico completo, los cuales permiten identificar factores que aumentan la probabilidad de eventos óseos futuros. Uno de los elementos más relevantes dentro de la historia clínica es la presencia de fracturas previas. Un antecedente de fractura constituye un predictor significativo de riesgo de fracturas posteriores, especialmente cuando se trata de fracturas por fragilidad. Incluso en pacientes con densidad mineral ósea dentro de rangos considerados normales, la presencia de una fractura previa sugiere fragilidad esquelética subyacente y requiere una evaluación más profunda junto con intervenciones terapéuticas orientadas a prevenir nuevas fracturas (Khan et al., 2024; Malcolm et al., 2022).

Otro componente fundamental en la evaluación clínica es la valoración del riesgo de caídas, ya que las caídas representan uno de los principales desencadenantes de fracturas en personas con fragilidad ósea. Diversos factores contribuyen al aumento del riesgo de caídas, entre ellos los problemas visuales, la falta de actividad física y el antecedente de caídas previas. La identificación de estos factores permite reconocer pacientes con mayor vulnerabilidad y establecer estrategias preventivas orientadas a reducir el riesgo de fracturas (Chapa et al., 2023). Asimismo, la evaluación de comorbilidades relevantes forma parte esencial del proceso diagnóstico. Enfermedades como la artritis reumatoide o el uso prolongado de esteroides pueden influir significativamente en el riesgo de fracturas. En algunos casos, estos factores pueden tener un impacto diferente en pacientes con densidad mineral ósea normal en comparación con aquellos que presentan reducción de la misma (Malcolm et al., 2022).

Además de la evaluación clínica, la medición de la densidad mineral ósea constituye una herramienta fundamental en el diagnóstico y manejo de la osteoporosis. La absorciometría dual de rayos X es el método estándar para la medición de la densidad mineral ósea y el diagnóstico de esta enfermedad. Esta técnica permite evaluar la resistencia ósea y también se utiliza para monitorear la respuesta al tratamiento a lo largo del tiempo (Lewiecki, 2023; Cozadd et al., 2021). La interpretación de los resultados obtenidos mediante densitometría se basa principalmente en el análisis del T-score y del Z-score. El T-score se utiliza para establecer el diagnóstico de osteoporosis al comparar la densidad mineral ósea del paciente con la de adultos jóvenes sanos, mientras que el Z-score compara la densidad mineral ósea con valores de referencia ajustados por edad. Sin embargo, se ha observado que muchas fracturas por fragilidad ocurren en pacientes con T-scores superiores a -2.5 , lo que pone de manifiesto la necesidad de realizar una evaluación integral del riesgo de fractura más allá de la densidad mineral ósea (LeBoff et al., 2022).

A pesar de su importancia clínica, la densitometría presenta ciertas limitaciones. La absorciometría dual de rayos X no permite evaluar directamente la calidad del hueso y puede verse afectada por diversas condiciones clínicas, como la presencia de escoliosis o fracturas previas. Además, esta técnica mide únicamente la densidad mineral ósea areal, lo que puede limitar su precisión predictiva en algunos pacientes (Hansen et al., 2022).

Para complementar la evaluación del riesgo de fractura, se han desarrollado diversas herramientas de predicción que integran factores clínicos y densidad mineral ósea. Entre ellas, el modelo FRAX es una de las herramientas más ampliamente utilizadas en la práctica clínica. Este modelo combina factores de riesgo clínicos, con o sin la inclusión de la densidad mineral ósea, para estimar la probabilidad de fractura a diez años. Aunque su uso está ampliamente difundido, presenta algunas limitaciones, como la utilización de variables dicotómicas para ciertos factores de riesgo, lo que puede reducir la precisión en determinadas situaciones clínicas (Chapa et al., 2023; Zerikly & Demetriou, 2024). En este sentido, la integración de factores clínicos con la densidad mineral ósea ha demostrado mejorar la capacidad de predicción del riesgo de fractura en comparación con el uso aislado de la densidad mineral ósea (Cozadd et al., 2021; Gates et al., 2023). En la práctica clínica, herramientas como FRAX se utilizan para

orientar las decisiones terapéuticas, aunque algunos estudios sugieren que pueden subestimar el riesgo de fractura en determinadas poblaciones (Zerikly & Demetriou, 2024; Johansson et al., 2022).

La evaluación de fracturas vertebrales constituye otro componente importante en la valoración del riesgo de fractura. El diagnóstico radiológico de estas fracturas puede realizarse mediante la evaluación de fracturas vertebrales basada en densitometría, conocida como vertebral fracture assessment, una técnica que permite mejorar la predicción del riesgo de fractura de manera independiente de la densidad mineral ósea. Resulta particularmente relevante considerar que muchas fracturas vertebrales son subclínicas y pueden pasar desapercibidas en la práctica clínica. No obstante, la presencia de estas fracturas aumenta significativamente el riesgo de fracturas futuras, por lo que su identificación resulta esencial para una evaluación adecuada del riesgo y para la implementación de estrategias terapéuticas apropiadas (LeBoff et al., 2022; Nguyen et al., 2021).

Estrategias de prevención de fracturas

La prevención primaria de la osteoporosis se centra en reducir el riesgo de fracturas antes de que estas ocurran mediante el fortalecimiento de la salud ósea y la disminución de los factores de riesgo asociados. Este enfoque preventivo incluye diversas intervenciones orientadas a mejorar el conocimiento de los pacientes, optimizar la nutrición ósea y promover estilos de vida que favorezcan la fortaleza del esqueleto. Dentro de estas estrategias, la educación del paciente constituye un elemento fundamental. Informar a los pacientes sobre la osteoporosis y el riesgo de fracturas permite aumentar la conciencia acerca de la importancia de mantener una adecuada salud ósea, identificar factores de riesgo y fomentar la adherencia a las recomendaciones médicas y a los tratamientos prescritos (LeBoff et al., 2022; Nguyen et al., 2021).

Otro componente clave de la prevención primaria es la optimización de la nutrición ósea. Una ingesta adecuada de calcio y vitamina D es esencial para mantener la densidad y la resistencia del hueso. Estos nutrientes desempeñan un papel crucial en el metabolismo óseo y contribuyen a preservar la estructura del tejido óseo, lo que ayuda a disminuir el riesgo de fracturas. Por esta razón, garantizar una ingesta suficiente de estos nutrientes representa una intervención fundamental dentro de las estrategias preventivas (LeBoff et al., 2022; Sfeir et al., 2022).

La promoción de la actividad física también constituye una estrategia importante para la prevención de la osteoporosis. La práctica regular de ejercicio, especialmente aquellos ejercicios que implican resistencia y carga de peso, se recomienda para mejorar la fortaleza ósea y reducir el riesgo de caídas. Además de sus efectos sobre el hueso, la actividad física contribuye a mejorar la fuerza muscular, el equilibrio y la coordinación, factores que desempeñan un papel clave en la prevención de caídas y, por consiguiente, de fracturas (Brooke-Wavell et al., 2022; Zheng et al., 2025; Dent et al., 2023).

En estrecha relación con la prevención primaria, las estrategias dirigidas a prevenir caídas son igualmente esenciales, dado que las caídas representan una de las principales causas de fracturas en adultos mayores. En este contexto, la evaluación periódica del riesgo de caídas permite identificar factores predisponentes como alteraciones del equilibrio o efectos secundarios de ciertos medicamentos. La identificación temprana de estos factores facilita la implementación de intervenciones destinadas a reducir el riesgo de caídas en poblaciones vulnerables (Nguyen et al., 2021; Komisar & Robinovitch, 2021).

Asimismo, las intervenciones dirigidas al entorno físico del paciente pueden desempeñar un papel importante en la reducción del riesgo de caídas. La modificación del ambiente doméstico mediante medidas como la eliminación de alfombras sueltas o la mejora de la iluminación puede contribuir de manera significativa a disminuir la probabilidad de caídas. Estas intervenciones ambientales se

consideran estrategias simples pero eficaces dentro de los programas de prevención (Nguyen et al., 2021; Komisar & Robinovitch, 2021).

De manera complementaria, los programas diseñados para mejorar la fuerza muscular y el equilibrio han demostrado ser eficaces en la reducción de caídas. Estos programas pueden incluir diferentes tipos de ejercicios, como el tai chi o entrenamientos específicos de equilibrio adaptados a las necesidades individuales de cada paciente. Mediante el fortalecimiento muscular y la mejora del control postural, estas intervenciones contribuyen a disminuir el riesgo de caídas y, por lo tanto, de fracturas (Brooke-Wavell et al., 2022; Dent et al., 2023).

Además de las intervenciones dirigidas a nivel individual, existen estrategias de intervención poblacional orientadas a abordar la osteoporosis y el riesgo de fracturas desde una perspectiva de salud pública. Los programas de salud pública que promueven la concienciación sobre la salud ósea y fomentan cambios en el estilo de vida, como el aumento de la actividad física y la mejora de la nutrición, pueden tener un impacto significativo en la reducción de la incidencia de fracturas a nivel poblacional (Åkesson & McGuigan, 2021; Sfeir et al., 2022).

Las estrategias de detección temprana representan otro componente importante dentro de las intervenciones poblacionales. La implementación de programas sistemáticos de cribado para la osteoporosis permite identificar a individuos en riesgo y establecer intervenciones preventivas de forma temprana. Estas estrategias incluyen el uso de densitometría ósea y herramientas de evaluación del riesgo de fractura que ayudan a orientar las decisiones terapéuticas y a mejorar el manejo clínico de los pacientes con riesgo elevado (LeBoff et al., 2022; Åkesson & McGuigan, 2021).

Tratamiento farmacológico de la osteoporosis

La suplementación nutricional con calcio y vitamina D constituye un componente fundamental en el manejo de la osteoporosis, ya que ambos nutrientes desempeñan un papel esencial en el mantenimiento de la salud ósea. La suplementación con estos elementos es una recomendación estándar dentro de las estrategias terapéuticas destinadas a preservar la densidad mineral ósea y reducir el riesgo de fracturas. La evidencia clínica sugiere que la combinación de vitamina D con bisfosfonatos mejora la densidad mineral ósea y los marcadores del metabolismo del calcio en el hueso de manera más eficaz que la monoterapia. Sin embargo, se ha observado que este efecto combinado no produce diferencias significativas en los niveles de osteocalcina (Yang et al., 2024).

Dentro del tratamiento farmacológico de la osteoporosis, las terapias antirresortivas representan una de las principales estrategias terapéuticas utilizadas para disminuir la pérdida ósea y reducir el riesgo de fracturas. Entre estos fármacos, los bisfosfonatos se consideran el tratamiento farmacológico inicial para reducir el riesgo de fractura en mujeres posmenopáusicas y en hombres con osteoporosis primaria (Qaseem et al., 2023). Estos medicamentos han demostrado mejorar la densidad mineral ósea y reducir los marcadores de recambio óseo en mujeres en etapas tempranas de la menopausia, lo que sugiere su eficacia para prevenir una pérdida ósea excesiva durante este periodo (Ardebili et al., 2023).

Otra alternativa dentro de las terapias antirresortivas es el denosumab, un inhibidor del ligando RANK que actúa reduciendo la actividad osteoclástica. Este fármaco se sugiere como tratamiento de segunda línea en pacientes que no toleran los bisfosfonatos (Qaseem et al., 2023). Diversos estudios han demostrado que el denosumab presenta una mayor eficacia que los bisfosfonatos para incrementar la densidad mineral ósea en el cuello femoral y en la cadera total en mujeres posmenopáusicas (Yang et al., 2024). Además, este medicamento también ha demostrado ser eficaz en la reducción del riesgo de fracturas en hombres con osteoporosis, mostrando una reducción del 36 % en los eventos de fractura de cadera (Huang et al., 2025).

Otra opción terapéutica dentro de los tratamientos antirresortivos son los moduladores selectivos del receptor de estrógeno. Aunque no se describen ampliamente en los contextos presentados, estos fármacos se caracterizan por imitar los efectos protectores del estrógeno sobre el tejido óseo, ofreciendo una alternativa adicional para preservar la masa ósea y reducir la resorción ósea. Además de las terapias antirresortivas, las terapias anabólicas constituyen otra estrategia terapéutica dirigida a estimular la formación de nuevo tejido óseo. Entre estos fármacos, la teriparatida se recomienda en mujeres con un riesgo muy alto de fractura. Tras su uso, generalmente se indica tratamiento posterior con bisfosfonatos con el objetivo de mantener los incrementos logrados en la densidad mineral ósea (Qaseem et al., 2023). En términos de eficacia, la teriparatida ha mostrado resultados comparables al denosumab en el aumento de la densidad mineral ósea a nivel de la columna lumbar (Yang et al., 2024).

De manera similar, la abaloparatida ha demostrado ser eficaz para reducir la incidencia de fracturas y aumentar la densidad mineral ósea en mujeres posmenopáusicas con alto riesgo de fractura (DeSapri et al., 2025). Otro agente anabólico disponible es el romosozumab, un inhibidor de la esclerostina que se sugiere en mujeres con riesgo muy elevado de fractura, seguido posteriormente de tratamiento con bisfosfonatos para consolidar los beneficios obtenidos (Qaseem et al., 2023).

La selección del tratamiento debe realizarse de manera individualizada, considerando el nivel de riesgo de fractura de cada paciente. La estratificación del riesgo constituye un elemento clave en la toma de decisiones terapéuticas, ya que los pacientes con mayor riesgo de fractura pueden beneficiarse particularmente del uso de terapias anabólicas. Asimismo, la duración del tratamiento puede variar según el tipo de fármaco utilizado. Por ejemplo, los bisfosfonatos suelen administrarse durante varios años, mientras que las terapias anabólicas como la teriparatida generalmente se limitan a un periodo de 18 a 24 meses (Qaseem et al., 2023).

Las estrategias de secuenciación terapéutica también desempeñan un papel importante en el manejo de la osteoporosis. El uso secuencial de distintos tratamientos puede optimizar los resultados clínicos. Por ejemplo, la administración de teriparatida seguida de denosumab ha demostrado producir incrementos sustanciales en la densidad mineral ósea, y la posterior terapia con bisfosfonatos puede contribuir a estabilizar los beneficios obtenidos con las terapias previas (Kamanda-Kosseh et al., 2024).

Monitoreo y seguimiento clínico

La evaluación de la respuesta terapéutica en el manejo de la osteoporosis constituye un componente esencial del seguimiento clínico, ya que permite determinar la eficacia del tratamiento y orientar ajustes terapéuticos cuando sea necesario. Uno de los principales indicadores utilizados para este propósito es la medición de los cambios en la densidad mineral ósea. La densidad mineral ósea representa un parámetro fundamental tanto para el diagnóstico de osteoporosis como para la monitorización de la eficacia de las intervenciones terapéuticas. En particular, los cambios observados en la densidad mineral ósea a nivel de la cadera total se han asociado estrechamente con la reducción del riesgo de fracturas. Diversos estudios han demostrado que las variaciones en la densidad mineral ósea relacionadas con el tratamiento, evaluadas a los 12, 18 y 24 meses, se correlacionan con una disminución del riesgo de fractura, observándose asociaciones más sólidas cuando los intervalos de seguimiento son más prolongados (Vilaca et al., 2024).

En entornos clínicos reales, también se ha observado que los valores de T-score de la densidad mineral ósea presentan una relación inversa con la incidencia de fracturas. Esto indica que las mejoras en la densidad mineral ósea pueden traducirse en una reducción efectiva del riesgo de fracturas tanto en pacientes que reciben tratamiento con bisfosfonatos como en aquellos que no habían recibido tratamiento previamente (Banefelt et al., 2020). Diversos tratamientos farmacológicos utilizados en el manejo de la osteoporosis han demostrado eficacia en la reducción del riesgo de diferentes tipos de fracturas. Entre ellos se incluyen los bisfosfonatos, el denosumab, la abaloparatida y la teriparatida, los

cuales han mostrado reducir la incidencia de fracturas vertebrales y de cadera en mujeres posmenopáusicas con osteoporosis (Ayers et al., 2023). La eficacia de estos tratamientos tiende a ser más marcada en individuos con valores basales más bajos de densidad mineral ósea. No obstante, también se ha observado una reducción significativa del riesgo de fracturas en pacientes con distintos niveles iniciales de densidad mineral ósea (Schini et al., 2024).

El manejo adecuado de los efectos adversos constituye otro aspecto importante dentro del seguimiento terapéutico. En el caso de los bisfosfonatos, su uso prolongado puede asociarse con un incremento en el riesgo de fracturas femorales atípicas y osteonecrosis de la mandíbula, aunque estos eventos son poco frecuentes (Ayers et al., 2023). Con mayor frecuencia se observan efectos adversos no graves, como síntomas gastrointestinales, los cuales deben ser monitoreados cuidadosamente para garantizar la seguridad del paciente durante el tratamiento (Gates et al., 2023).

A pesar de su baja incidencia, algunas complicaciones graves como las fracturas femorales atípicas y la osteonecrosis mandibular requieren una vigilancia clínica cuidadosa. En estos casos, la duración del tratamiento debe evaluarse cuidadosamente con el fin de reducir el riesgo de estas complicaciones y optimizar la relación beneficio-riesgo de la terapia farmacológica (Ayers et al., 2023).

Otro aspecto fundamental en el manejo de la osteoporosis es la adherencia al tratamiento. La eficacia de las terapias farmacológicas depende en gran medida de que los pacientes sigan adecuadamente las indicaciones terapéuticas. Sin embargo, la adherencia al tratamiento puede verse afectada por diversos factores, entre ellos la complejidad del régimen terapéutico, la aparición de efectos secundarios y las percepciones del paciente sobre la enfermedad y su tratamiento. La falta de adherencia representa un problema frecuente en el manejo de la osteoporosis, ya que muchos pacientes no toman los medicamentos según lo prescrito, lo que puede conducir a resultados terapéuticos subóptimos (LeBoff et al., 2022).

Por esta razón, se han propuesto diversas estrategias orientadas a mejorar la adherencia terapéutica. Entre ellas se incluyen la educación del paciente, la simplificación de los regímenes de tratamiento y el manejo proactivo de los efectos secundarios asociados a la terapia. Asimismo, el seguimiento clínico regular y la monitorización continua permiten reforzar la importancia del cumplimiento terapéutico y facilitan la identificación temprana de problemas relacionados con la adherencia, lo que posibilita la implementación oportuna de intervenciones correctivas (LeBoff et al., 2022).

Nuevas perspectivas en el manejo de la osteoporosis

Los biomarcadores del metabolismo óseo desempeñan un papel relevante en el diagnóstico de la osteoporosis y en la evaluación del riesgo de fracturas, así como en el seguimiento de la respuesta al tratamiento. Entre los biomarcadores más utilizados se encuentran el propéptido N-terminal del procolágeno tipo I y el telopéptido C-terminal β isomerizado del colágeno tipo I, los cuales se han establecido como marcadores confiables para la monitorización del recambio óseo y la evaluación de la eficacia terapéutica. Estos biomarcadores reflejan la dinámica del remodelado óseo y permiten evaluar cambios en la actividad osteoblástica y osteoclástica durante el curso de la enfermedad y su tratamiento (Bhattoa et al., 2025).

En los últimos años, los avances en técnicas de proteómica han permitido identificar múltiples proteínas asociadas con la densidad mineral ósea, lo que ha ampliado las posibilidades para el desarrollo de nuevos biomarcadores útiles tanto en el diagnóstico temprano como en el seguimiento de la progresión de la enfermedad. Estas investigaciones han contribuido a una comprensión más profunda de los procesos moleculares que regulan la salud ósea y han abierto nuevas perspectivas para la identificación de indicadores biológicos más precisos (Wang et al., 2024; Becerra et al., 2024).

De manera complementaria, los enfoques multi-ómicos que integran información proveniente de la genómica, la proteómica y la metabolómica han permitido obtener una visión más completa de los mecanismos moleculares involucrados en la osteoporosis. La integración de estas plataformas analíticas facilita la identificación de nuevos biomarcadores y posibles dianas terapéuticas, lo que contribuye al desarrollo de estrategias diagnósticas y terapéuticas más avanzadas (Li et al., 2024).

En paralelo con los avances en la identificación de biomarcadores, se han desarrollado nuevas estrategias terapéuticas dirigidas al tratamiento de la osteoporosis. Las terapias emergentes se centran tanto en estimular la formación ósea como en reducir la resorción del hueso. En este contexto, los agentes anabólicos, como la hormona paratiroidea y los fármacos dirigidos contra la esclerostina, promueven la formación de tejido óseo nuevo, mientras que los tratamientos catabólicos se orientan a disminuir la resorción ósea (Tonk et al., 2022; Elahmer et al., 2024).

Las terapias combinadas han comenzado a recibir mayor atención debido a su potencial para mejorar los resultados clínicos en comparación con las terapias utilizadas de forma aislada. El uso de múltiples fármacos en secuencia o en combinación puede potenciar los efectos terapéuticos sobre la densidad mineral ósea y sobre la reducción del riesgo de fracturas. De forma paralela, el desarrollo de biomateriales y biomoléculas ha abierto nuevas posibilidades para el tratamiento de la osteoporosis, ofreciendo enfoques innovadores destinados a mejorar los procesos de regeneración y reparación del tejido óseo (Tonk et al., 2022).

La medicina personalizada ha comenzado a adquirir un papel cada vez más relevante en el manejo de la osteoporosis. Este enfoque terapéutico se basa en la adaptación del tratamiento a las características individuales de cada paciente, considerando perfiles genéticos, proteómicos y metabólicos específicos. El objetivo de esta estrategia es optimizar la eficacia terapéutica al mismo tiempo que se minimizan los efectos adversos asociados al tratamiento (Li et al., 2024).

Los estudios genéticos, particularmente los estudios de asociación del genoma completo, han permitido identificar diversos loci genéticos relacionados con el riesgo de fracturas. Estos hallazgos proporcionan una base importante para el desarrollo de estrategias de evaluación del riesgo y de intervención terapéutica más personalizadas (Nethander et al., 2022). De esta manera, la integración de datos provenientes de diferentes plataformas ómicas en la práctica clínica tiene el potencial de mejorar la precisión del manejo de la osteoporosis, permitiendo el desarrollo de tratamientos más dirigidos y eficaces (Li et al., 2024).

CONCLUSIONES

La osteoporosis es el resultado de una alteración progresiva del remodelado óseo en la que predomina la resorción sobre la formación, favorecida por el envejecimiento, la deficiencia estrogénica y múltiples factores clínicos, genéticos, nutricionales y farmacológicos. Esta base fisiopatológica explica la pérdida de densidad mineral ósea, el deterioro de la microarquitectura esquelética y el aumento sostenido del riesgo de fracturas por fragilidad.

El abordaje clínico actual de la osteoporosis debe ser integral, combinando identificación temprana del riesgo, prevención primaria y secundaria, tratamiento farmacológico individualizado y seguimiento continuo de la respuesta terapéutica y la adherencia. Además, el desarrollo de biomarcadores, terapias emergentes y estrategias de medicina personalizada ofrece perspectivas prometedoras para optimizar la prevención de fracturas y mejorar los resultados clínicos a largo plazo.

REFERENCIAS

Adejuyigbe, B., Kallini, J., Kallini, J., Chiou, D., Kallini, J. R., & Kallini, J. R. (2023). Osteoporosis: Molecular pathology, diagnostics, and therapeutics. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(19), 14583. <https://doi.org/10.3390/ijms241914583>

Ahadzadeh Ardebili, A., Fu, T., Dunnewold, N., Aghajafari, F., & Billington, E. O. (2023). Bisphosphonates preserve bone mineral density and suppress bone turnover markers in early menopausal women: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *JBMR Plus*, 7(6), e10748. <https://doi.org/10.1002/jbm4.10748>

Åkesson, K. E., & McGuigan, F. E. A. (2021). Closing the osteoporosis care gap. *Current Osteoporosis Reports*, 19(1), 58–65. <https://doi.org/10.1007/s11914-020-00644-w>

Ayers, C., Kansagara, D., Lazur, B., Fu, R., Kwon, A., & Harrod, C. (2023). Effectiveness and safety of treatments to prevent fractures in people with low bone mass or primary osteoporosis: A living systematic review and network meta-analysis for the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, 176(2), 182–195. <https://doi.org/10.7326/m22-0684>

Banefelt, J., Timoshanko, J., Söreskog, E., Ortsäter, G., Moayyeri, A., Åkesson, K. E., Spångéus, A., & Libanati, C. (2022). Total hip bone mineral density as an indicator of fracture risk in bisphosphonate-treated patients in a real-world setting. *Journal of Bone and Mineral Research*, 37(1), 52–58. <https://doi.org/10.1002/jbmr.4448>

Becerra-Cervera, A., Argoty-Pantoja, A. D., Aparicio-Bautista, D. I., López-Montoya, P., Rivera-Paredes, B., Hidalgo-Bravo, A., & Velázquez-Cruz, R. (2024). Proteomic biomarkers associated with low bone mineral density: A systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(14), 7526. <https://doi.org/10.3390/ijms25147526>

Bhattoa, H. P., Vasikaran, S., Trifonidi, I., Kapoula, G., Lombardi, G., Jørgensen, N. R., Pikner, R., Miura, M., Chapurlat, R., Hiligsmann, M., Haarhaus, M., Evenepoel, P., Jørgensen, H. S., Herrmann, M., Kaufman, J. M., Clark, P., Tuzun, Ş., Al-Daghri, N., Silverman, S., Alokail, M. S., Ormarsdóttir, S., Prieto Yerro, M. C., Matijevic, R., Laslop, A., da Silva Rosa, M. M. C., Zakraoui, L., Burlet, N., McCloskey, E., Harvey, N. C., Radermecker, R. P., Fusaro, M., Torre, C., Kanis, J. A., Rizzoli, R., Reginster, J. Y., Makris, K., & Cavalier, E. (2025). Update on the role of bone turnover markers in the diagnosis and management of osteoporosis: A consensus paper from The European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO), International Osteoporosis Foundation (IOF), and International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC). *Osteoporosis International*, 36(4), 579–608. <https://doi.org/10.1007/s00198-025-07422-3>

Brooke-Wavell, K., Skelton, D. A., Barker, K. L., Clark, E. M., De Biase, S., Arnold, S., Paskins, Z., Robinson, K. R., Lewis, R. M., Tobias, J. H., Ward, K. A., Whitney, J., & Leyland, S. (2022). Strong, steady and straight: UK consensus statement on physical activity and exercise for osteoporosis. *British Journal of Sports Medicine*, 56(15), 837–846. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104634>

Carey, J. J., Wu, P. C. H., & Bergin, D. (2022). Risk assessment tools for osteoporosis and fractures in 2022. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 36(3), 101775. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2022.101775>

Carrasco Chapa, A., López Serna, K. M., Alvarez-González, O. E., Mendieta Pedraza, K. A., Martínez Rodríguez, M. C., Medina Castillo, J., Skinner Taylor, C. M., Riega-Torres, J. C., Negrete Lopez, R., & Galarza-Delgado, D. Á. (2023). AB1229 Comparison of fracture risk by FRAX with and without bone

mineral density in patients with rheumatic diseases. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 82, 1841–1842. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2023-eular.5913>

Cheng, C. H., Chen, L. R., & Chen, K. H. (2022). Osteoporosis due to hormone imbalance: An overview of the effects of estrogen deficiency and glucocorticoid overuse on bone turnover. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1376. <https://doi.org/10.3390/ijms23031376>

Cozadd, A. J., Schroder, L. K., & Switzer, J. A. (2021). Fracture risk assessment. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 103(13), 1238–1246. <https://doi.org/10.2106/jbjs.20.01071>

Dent, E., Daly, R. M., Hoogendijk, E. O., & Scott, D. (2023). Exercise to prevent and manage frailty and fragility fractures. *Current Osteoporosis Reports*, 21(2), 205–215. <https://doi.org/10.1007/s11914-023-00777-8>

DeSapri, K. T., Clarke, B. L., Kostenuik, P., Wang, Y., & Mitlak, B. H. (2025). Effect of abaloparatide on fracture incidence and bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis at highest risk for fracture. *Menopause: The Journal of the North American Menopause Society*, 32(5), 388–395. <https://doi.org/10.1097/gme.0000000000002516>

Elahmer, N. R., Wong, S. K., Mohamed, N., Alias, E., Chin, K. Y., & Muhammad, N. (2024). Mechanistic insights and therapeutic strategies in osteoporosis: A comprehensive review. *Biomedicines*, 12(8), 1635. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12081635>

Ensrud, K. E., & Crandall, C. J. (2024). Osteoporosis. *Annals of Internal Medicine*, 177(1), ITC1–ITC16. <https://doi.org/10.7326/aitc202401160>

Gates, M., Pillay, J., Nuspl, M., Wingert, A., Vandermeer, B., & Hartling, L. (2023). Screening for the primary prevention of fragility fractures among adults aged 40 years and older in primary care: Systematic reviews of the effects and acceptability of screening and treatment, and the accuracy of risk prediction tools. *Systematic Reviews*, 12(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02181-w>

Hansen, D., Tutaworn, T., & Lane, J. (2022). What's new in osteoporosis and fragility fractures. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 104(17), 1509–1515. <https://doi.org/10.2106/jbjs.22.00530>

Huang, Z., Liao, T. C., Chuang, A. T. M., Shao, S. C., Lange, J., Lin, T. C., Kim, M., & Lai, E. C. C. (2025). Denosumab and clinical outcomes among men with osteoporosis: A retrospective cohort study. *Osteoporosis International*, 36(3), 465–473. <https://doi.org/10.1007/s00198-024-07381-1>

Johansson, L., Johansson, H., Axelsson, K. F., Litsne, H., Harvey, N. C., Liu, E., Leslie, W. D., Vandenput, L., McCloskey, E., Kanis, J. A., & Lorentzon, M. (2022). Improved fracture risk prediction by adding VFA-identified vertebral fracture data to BMD by DXA and clinical risk factors used in FRAX. *Osteoporosis International*, 33(8), 1725–1738. <https://doi.org/10.1007/s00198-022-06387-x>

Kamanda-Kosseh, M., Shiau, S., Agarwal, S., Kondapalli, A., Colon, I., Kil, N., Bucovsky, M., Lappe, J. M., Stubby, J., Shane, E., & Cohen, A. (2024). Bisphosphonates maintain BMD after sequential teriparatide and denosumab in premenopausal women with idiopathic osteoporosis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 110(3), e791–e801. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae240>

Khan, A. A., Slart, R. H. J. A., Ali, D. S., Bock, O., Carey, J. J., Camacho, P., Engelke, K., Erba, P. A., Harvey, N. C., Lems, W. F., Morgan, S., Moseley, K. F., O'Brien, C., Probyn, L., Punda, M., Richmond, B., Schousboe, J. T., Shuhart, C., Ward, K. A., & Lewiecki, E. M. (2024). Osteoporotic fractures: Diagnosis, evaluation, and significance from the International Working Group on DXA best practices. *Mayo Clinic Proceedings*, 99(7), 1127–1141. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2024.01.011>

Komisar, V., & Robinovitch, S. N. (2021). The role of fall biomechanics in the cause and prevention of bone fractures in older adults. *Current Osteoporosis Reports*, 19(4), 381–390. <https://doi.org/10.1007/s11914-021-00685-9>

LeBoff, M. S., Greenspan, S. L., Insogna, K. L., Lewiecki, E. M., Saag, K. G., Singer, A. J., & Siris, E. S. (2022). The clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. *Osteoporosis International*, 33(10), 2049–2102. <https://doi.org/10.1007/s00198-021-05900-y>

Lewiecki, E. M. (2023). Fracture risk assessment with dual-energy X-ray absorptiometry: Applications and limitations. En *Endocrinology* (pp. 1–9). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19632-5_18-1

Li, Q., Wang, J., & Zhao, C. (2024). From genomics to metabolomics: Molecular insights into osteoporosis for enhanced diagnostic and therapeutic approaches. *Biomedicine*, 12(10), 2389. <https://doi.org/10.3390/biomedicine12102389>

Long, G., Liu, C., Liang, T., Zhang, Z., Qin, Z., & Zhan, X. (2023). Predictors of osteoporotic fracture in postmenopausal women: A meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1), 574. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04051-6>

Malcolm, J., Sultan, Z., & Bukhari, M. (2022). POS1145 Predictors of fracture in patients with normal bone density, an observational study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 81, 901. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2022-eular.1616>

McNamara, L. M. (2021). Osteocytes and estrogen deficiency. *Current Osteoporosis Reports*, 19(6), 592–603. <https://doi.org/10.1007/s11914-021-00702-x>

Morin, S. N., Leslie, W. D., & Schousboe, J. T. (2025). Osteoporosis. *JAMA*, 334(10), 894. <https://doi.org/10.1001/jama.2025.6003>

Nethander, M., Coward, E., Reimann, E., Grahnmö, L., Gabrielsen, M. E., Wibom, C., Mägi, R., Funck-Brentano, T., Hoff, M., Langhammer, A., Pettersson-Kymmer, U., Hveem, K., & Ohlsson, C. (2022). Assessment of the genetic and clinical determinants of hip fracture risk: Genome-wide association and Mendelian randomization study. *Cell Reports Medicine*, 3(10), 100776. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2022.100776>

Nethander, M., Movérare-Skrtic, S., Kämpe, A., Coward, E., Reimann, E., Grahnmö, L., Borbély, É., Helyes, Z., Funck-Brentano, T., Cohen-Solal, M., Tuukkanen, J., Koskela, A., Wu, J., Li, L., Lu, T., Gabrielsen, M. E., Mägi, R., Hoff, M., Lerner, U. H., Henning, P., Ullum, H., Erikstrup, C., Brunak, S., Langhammer, A., Tuomi, T., Oddsson, A., Stefansson, K., Pettersson-Kymmer, U., Ostrowski, S. R., Pedersen, O. B. V., Styrkarsdóttir, U., Mäkitie, O., Hveem, K., Richards, J. B., & Ohlsson, C. (2023). An atlas of genetic determinants of forearm fracture. *Nature Genetics*, 55(11), 1820–1830. <https://doi.org/10.1038/s41588-023-01527-3>

Nguyen, M. P., Gannon, N. P., & Miller, A. N. (2021). Osteoporotic fractures: What orthopaedic surgeons can do to prevent the next fall and the next fracture? *Journal of Orthopaedic Trauma*, 35(5), S45–S47. <https://doi.org/10.1097/bot.0000000000002227>

Pignolo, R. J. (2023). Aging and bone metabolism. *Comprehensive Physiology*, 13(1), 4355–4386. <https://doi.org/10.1002/cphy.c220012>

Qaseem, A., Hicks, L. A., Etcheandia-Ikobaltzeta, I., Shamlivan, T., & Cooney, T. G. (2023). Pharmacologic treatment of primary osteoporosis or low bone mass to prevent fractures in adults: A living clinical

guideline from the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, 176(2), 224–238. <https://doi.org/10.7326/m22-1034>

Schini, M., Vilaca, T., Lui, L. Y., Ewing, S. K., Thompson, A., Vittinghoff, E., Bauer, D. C., Bouxsein, M. L., Black, D. M., & Eastell, R. (2024). Pre-treatment bone mineral density and the benefit of pharmacologic treatment on fracture risk and BMD change: Analysis from the FNIH-ASBMR SABRE project. *Journal of Bone and Mineral Research*, 39(7), 867–876. <https://doi.org/10.1093/jbmr/zjae068>

Sfeir, J., Drake, M., Khosla, S., & Farr, J. N. (2022). Skeletal aging. *Mayo Clinic Proceedings*, 97(6), 1194–1208. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.03.011>

Subarajan, P., Arceo-Mendoza, R. M., & Camacho, P. M. (2024). Postmenopausal osteoporosis. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 53(4), 497–512. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2024.08.008>

Sultan, Z., & Bukhari, M. (2022). AB1032 Predictors of increasing number of fractures in a large cohort of patients presenting for dual-energy X-ray absorptiometry scan. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 81, 1639. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2022-eular.4354>

Thapa, S., Nandy, A., & Rendina-Ruedy, E. (2022). Endocrinal metabolic regulation on the skeletal system in post-menopausal women. *Frontiers in Physiology*, 13, 1052429. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1052429>

Tonk, C. H., Shoushrah, S. H., Babczyk, P., El Khaldi-Hansen, B., Schulze, M., Herten, M., & Tobiasch, E. (2022). Therapeutic treatments for osteoporosis—Which combination of pills is the best among the bad? *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1393. <https://doi.org/10.3390/ijms23031393>

Umur, E., Bulut, S. B., Yiğit, P., Bayrak, E., Arkan, Y., Arslan, F., Baysoy, E., Kaleli-Can, G., & Ayan, B. (2024). Exploring the role of hormones and cytokines in osteoporosis development. *Biomedicines*, 12(8), 1830. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12081830>

Vilaca, T., Schini, M., Lui, L. Y., Ewing, S. K., Thompson, A. R., Vittinghoff, E., Bauer, D. C., Eastell, R., Black, D. M., & Bouxsein, M. L. (2024). The relationship between treatment-related changes in total hip BMD measured after 12, 18, and 24 mo and fracture risk reduction in osteoporosis clinical trials: The FNIH-ASBMR-SABRE project. *Journal of Bone and Mineral Research*, 39(10), 1434–1442. <https://doi.org/10.1093/jbmr/zjae126>

Wang, X. Y., Zhang, R. Z., Wang, Y. K., Pan, S., Yun, S. M., Li, J. J., & Xu, Y. J. (2024). An updated overview of the search for biomarkers of osteoporosis based on human proteomics. *Journal of Orthopaedic Translation*, 49, 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2024.08.015>

Yang, Y., Yang, M., Su, X., & Xie, F. (2024). Efficacy of combination therapy of vitamin D and bisphosphonates in the treatment of postmenopausal osteoporosis: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1422062. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1422062>

Zerikly, R., & Demetriou, E. W. (2024). Use of fracture risk assessment tool in clinical practice and fracture risk assessment tool future directions. *Women's Health*, 20, 17455057241231387. <https://doi.org/10.1177/17455057241231387>

Zheng, B., Chen, J., & Li, Y. (2025). Recent advances in the mechanisms and rehabilitation strategies of exercise interventions for osteoporosis in older adult women. *Frontiers in Physiology*, 16, 1631817. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1631817>

Zhivodernikov, I. V., Kirichenko, T. V., Markina, Y. V., Postnov, A. Y., & Markin, A. M. (2023). Molecular and cellular mechanisms of osteoporosis. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(21), 15772. <https://doi.org/10.3390/ijms242115772>

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons 