

Efectos de la suplementación con vitamina D en la salud ósea de mujeres postmenopáusicas

Effects of vitamin D supplementation on bone health in postmenopausal women

José Luis GUZMÁN MALLQUI, Clara Cristina NÚÑEZ BARRÓN, Gloria Rubí SÁNCHEZ RODAS, Camila TIMANA HIGINIO, Marcio Martin PANTOJA ROJAS

Grupo de investigación en Nutrición Funcional, Carrera de Nutrición y Dietética, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

Recibido: 11/marzo/2025. Aceptado: 28/mayo/2025.

RESUMEN

Introducción: La osteoporosis afecta aproximadamente al 33% de mujeres mayores de 50 años, y 4 de cada 10 presentan fracturas asociadas. La vitamina D es fundamental para la homeostasis ósea, pero su eficacia en mujeres postmenopáusicas muestra resultados contradictorios en la literatura científica actual.

Objetivo: Sintetizar la evidencia sobre la suplementación con vitamina D en la mejora de la salud ósea en mujeres postmenopáusicas mayores de 50 años.

Material y métodos: Se realizó una revisión semisistemática con búsqueda en MEDLINE, Web of Science y SciELO (2014–2024), en inglés, español y portugués. Se incluyeron estudios abiertos sobre vitamina D y salud ósea en mujeres postmenopáusicas mayores de 50 años. El diseño permitió integrar evidencia heterogénea mediante análisis narrativo, sin metaanálisis, siguiendo parcialmente la Declaración PRISMA 2020.

Resultados: De 511 artículos identificados, se incluyeron 10 estudios (8 ensayos clínicos y 2 prospectivos) tras aplicar filtros de elegibilidad. En conjunto, se encontró que la suplementación con 400 UI diarias de vitamina D mejoró biomarcadores óseos cuando se combinó con colágeno y calcio. Dosis mayores (2.000 UI) elevaron niveles séricos de 25(OH)D sin efectos en masa muscular. En un ensayo clínico, la suplementación prolongada redujo fracturas vertebrales (20% en osteoporosis, 12% en osteopenia). Las matrices lácteas fortificadas beneficiaron marcadores de remodelado óseo. Los efectos adversos principales fueron hipercalciuria (30,6%) y litiasis renal, principalmente atribuidos al calcio concomitante.

Discusión: La eficacia de la vitamina D en mujeres postmenopáusicas depende del estado nutricional basal, duración del tratamiento y dosis administrada. La suplementación aislada mostró efectos limitados, mientras que combinaciones con calcio y péptidos de colágeno mejoraron biomarcadores óseos.

Conclusión: La vitamina D mejora la salud ósea en mujeres posmenopáusicas solo en contextos específicos, dependiendo de niveles séricos, tiempo postmenopausia y combinación con calcio o colágeno, destacando la necesidad de abordajes personalizados.

PALABRAS CLAVE

Densidad ósea, Osteopenia, Envejecimiento, Postmenopausia.

ABSTRACT

Introduction: Osteoporosis affects approximately 33% of women over the age of 50, and 4 out of 10 have associated fractures. Vitamin D is essential for bone homeostasis, but its efficacy in postmenopausal women shows contradictory results in the current scientific literature.

Objective: To synthesize the evidence on vitamin D supplementation in improving bone health in postmenopausal women over 50 years of age.

Correspondencia:
José Luis Guzmán Mallqui
jose.guzmanma@epg.usil.pe

Material and methods: A semisystematic review was conducted with search in MEDLINE, Web of Science and SciELO (2014-2024), in English, Spanish and Portuguese. Open studies on vitamin D and bone health in postmenopausal women older than 50 years were included. The design allowed the integration of heterogeneous evidence through narrative analysis, without meta-analysis, partially following PRISMA 2020.

Results: Of 511 articles identified, 10 studies (8 clinical trials and 2 prospective) were included after applying eligibility filters. Overall, supplementation with 400 IU daily vitamin D was found to improved bone biomarkers when combined with collagen and calcium. Higher doses (2,000 IU) raised serum 25(OH)D levels with no effect on muscle mass. In a clinical trial, prolonged supplementation reduced vertebral fractures (20% in osteoporosis, 12% in osteopenia). Fortified milk matrices benefited bone remodeling markers. The main adverse effects were hypercalciuria (30.6%) and renal lithiasis, mainly attributed to concomitant calcium.

Discussion: The efficacy of vitamin D in postmenopausal women depends on baseline nutritional status, duration of treatment and dose administered. Isolated supplementation showed limited effects, while combinations with calcium and collagen peptides improved bone biomarkers.

Conclusion: Vitamin D improves bone health in postmenopausal women only in specific contexts, depending on serum levels, time postmenopause and combination with calcium or collagen, highlighting the need for personalized approaches.

KEY WORDS

Bone Density, Osteopenia, Aging, Postmenopause.

ABREVIATURAS

25(OH)D: 25-hidroxivitamina D.

Vitamina D2: ergocalciferol.

Vitamina D3: colecalciferol.

VDR: Receptor de la vitamina D.

VD/VDR: Sistema de vitamina D y receptor de vitamina D.

DMO: Densidad mineral ósea.

P1NP: Propéptido amino-terminal del procolágeno tipo 1.

CTX: Telopéptido C-terminal del colágeno tipo I.

PTH: Hormona paratiroidea.

TRAP-5b: Fosfatasa ácida resistente al tartrato 5b.

DEXA: Densitometría ósea.

IMC: Índice de masa corporal.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades osteometabólicas, particularmente la osteoporosis y la osteopenia, representan un desafío significativo para la salud de las mujeres posmenopáusicas. La osteoporosis se define como una alteración esquelética caracterizada por la pérdida de masa ósea y trae como consecuencia una mayor fragilidad ósea y susceptibilidad a fracturas¹.

Las estimaciones epidemiológicas indican que aproximadamente el 33% de las mujeres mayores de 50 años padecen osteoporosis, y aproximadamente 4 de cada 10 mujeres en este grupo etario experimentarán alguna fractura relacionada con esta condición². Por tal motivo, se requiere implementar intervenciones como la suplementación de vitamina D para abordar este problema.

La vitamina D es clave para mantener la homeostasis ósea, promoviendo la absorción de calcio y la mineralización del esqueleto³. La vitamina D, en sus formas ergocalciferol (vitamina D2) y colecalciferol (vitamina D3), comprende un grupo de secosteroides liposolubles esenciales para la salud ósea. Sus efectos biológicos se producen a través del receptor de la vitamina D (VDR), que, al activarse, regula la transcripción de genes diana^{4,5}. Investigaciones recientes han esclarecido el impacto del sistema de vitamina D y receptor de vitamina D (VD/VDR) en el funcionamiento de las células óseas, incluyendo osteoblastos y osteoclastos, y cómo las variaciones genéticas en el VDR podrían influir en la densidad mineral ósea (DMO) y en el riesgo de fracturas⁶. Es por ello que la vitamina D es esencial para la adecuada absorción de calcio, y su deficiencia puede exacerbar la pérdida de densidad ósea⁵.

A pesar de su importancia fisiológica establecida, la evidencia sobre su efectividad en mujeres posmenopáusicas presenta resultados contradictorios. Algunos estudios sugieren beneficios en la mejora de la densidad ósea y reducción del riesgo de fracturas^{7,8}, mientras que otros no han encontrado efectos significativos⁹⁻¹¹.

Asimismo, investigaciones recientes han completado este panorama al evidenciar potenciales efectos metabólicos adversos, que vinculan la vitamina D sérica con el aumento de la adiposidad y resistencia a la insulina^{12,13}. Esta controversia se debe a factores como la posible existencia de un umbral de 25-hidroxivitamina D (25(OH)D) sérica, a partir del cual la suplementación adicional no sería beneficiosa¹², y la variabilidad en los estudios, que usan dosis de 400-4000 UI/día y duran de meses a años¹³, dificultando obtener conclusiones claras sobre su eficacia.

La investigación sobre el impacto de la intervención nutricional con vitamina D en la salud ósea de mujeres posmenopáusicas mayores a 50 años es crucial, dado que esta población presenta un riesgo elevado de desarrollar osteoporosis y fracturas debido a la disminución en los niveles hormonales que afectan la homeostasis de calcio y el metabolismo óseo¹⁴.

El objetivo de esta revisión es sintetizar la evidencia existente sobre la suplementación con vitamina D en la mejora de la salud ósea en mujeres mayores de 50 años posmenopáusicas. Este análisis se enfoca específicamente en la población femenina debido a la mayor prevalencia de patologías óseas tras el cese de la función ovárica y la consiguiente reducción en la producción de estrógenos¹⁵.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta revisión adoptó un enfoque semisistemático, que combinó criterios estructurados de una revisión sistemática (como la búsqueda, selección y organización de los estudios) siguiendo parcialmente las directrices de la Declaración PRISMA 2020¹⁶ y con la flexibilidad narrativa necesaria para abordar la heterogeneidad de los estudios incluidos. Por tal motivo, no se realizaron evaluaciones del riesgo de sesgo de los estudios individuales, cálculos de medidas del efecto, síntesis cuantitativa (metaanálisis), ni evaluación del sesgo de publicación o certeza de la evidencia.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos MEDLINE, Web of Science y SciELO, abarcando el período de 2014 a octubre de 2024. La estrategia de búsqueda empleó Encabezamientos de Temas Médicos (MeSH) y palabras clave como: "Vitamin D", "Postmenopause", "Bone Density", "Osteoporosis, Postmenopausal", y "Fractures, Bone". Para SciELO, los términos fueron traducidos al portugués para optimizar la precisión de los resultados.

La búsqueda se limitó a artículos con texto completo en acceso abierto, publicados en inglés, español o portugués. Las estrategias específicas utilizadas en cada base se detallan en la Tabla 1.

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron estudios que evaluaron los efectos de la suplementación con vitamina D en mujeres posmenopáusicas mayores de 50 años, con desenlaces relacionados con la salud ósea, independientemente de la dosis, formulación o duración de la intervención con vitamina D.

Los criterios de exclusión abarcaron: (1) estudios experimentales en modelos animales; (2) artículos sin disponibilidad de texto completo; (3) estudios que no abordaran la población diana; (4) estudios donde la suplementación con vitamina D no constituyera a la intervención principal; (5) investigaciones que no evaluarán parámetros relacionados con la salud ósea; (6) estudios con deficiencias metodológicas significativas en la evaluación de los desenlaces; e (7) investigaciones que no especificaran adecuadamente las dosis de vitamina D administradas.

Proceso de selección y recopilación de datos

Los registros recuperados de las bases de datos MEDLINE, Web of Science y SciELO fueron importados en formatos CSV y BibTeX y gestionados mediante el software Rayyan.

La selección de estudios se realizó en dos fases consecutivas: (1) cribado inicial mediante revisión de títulos y resúmenes, y (2) evaluación a texto completo de los artículos potencialmente elegibles. Dos revisores independientes (GR y CT) realizaron este proceso aplicando los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Los desacuerdos fueron resueltos mediante la intervención de un tercer revisor (MP).

Durante la importación de los registros al software Rayyan no se detectaron duplicados, posiblemente debido a limitaciones del programa para identificar coincidencias entre registros procedentes de diferentes bases de datos, lo que representa una limitación metodológica de esta revisión.

La información extraída de los estudios seleccionados fue sintetizada y analizada mediante un enfoque narrativo, priorizando la interpretación crítica de los hallazgos más relevantes para los objetivos de la revisión.

RESULTADOS

La búsqueda inicial identificó 511 artículos. Aplicando el primer filtro seleccionamos 82 estudios para revisión. No se identificaron duplicados durante este proceso.

Tras examinar títulos y resúmenes, seleccionamos 20 estudios para revisión de texto completo. De estos, excluimos 10 estudios: 6 por deficiencias metodológicas en la evaluación

Tabla 1. Estrategias de búsqueda en las bases de datos

Base de datos consultada	Estrategia de búsqueda
Medline	("Vitamin D"[Mesh]) AND ("Postmenopause"[Mesh]) AND (("Bone Density"[Mesh]) OR "Osteoporosis, Postmenopausal"[Mesh] OR "Fractures, Bone"[Mesh])
Web Of Science	(TS=(Vitamin D)) AND (TS=(Postmenopause)) AND (TS=(Bone Density) OR TS=(Osteoporosis) AND TS=(Fractures))
SciELO	"Vitamina D" AND "Pós-menopausa" AND ("Densidade ósea" OR "Osteoporse" OR "Fraturas óseas")

de desenlaces relacionados con la salud ósea y 4 por falta de especificación de las dosis de vitamina D administradas.

Finalmente, se incluyeron 10 estudios: 8 ensayos clínicos aleatorizados^{8,9,11,15,17-20} y 2 estudios prospectivos^{10,21}. Los estudios incluyeron poblaciones de entre 51 y 36,282 mujeres posmenopáusicas, con intervenciones que variaron entre 400 y 2000 UI/día de vitamina D (o equivalentes como alfacalcidol), y períodos de seguimiento entre 3 meses y 11 años.

Suplementación de vitamina D y salud ósea en mujeres posmenopáusicas

La relación entre la suplementación con vitamina D y la salud ósea en mujeres posmenopáusicas continúa siendo un

tema de investigación con resultados diversos. Si bien algunos estudios, como el de Argyrou et al.⁸, han mostrado que combinar vitamina D (400 UI) con péptidos de colágeno y calcio mejoran biomarcadores óseos: propéptido amino-terminal del procolágeno tipo 1 (P1NP) y telopéptido C-terminal del colágeno tipo I (CTX) en mujeres con osteopenia, otros trabajos no encuentran beneficios concluyentes al administrar vitamina D por sí sola.

Un estudio representativo es el ensayo clínico conducido por Mason et al.⁹, donde la administración de 2.000 UI diarias de vitamina D3 a mujeres posmenopáusicas con sobrepeso u obesidad, si bien elevó los niveles séricos de 25(OH)D en un 24%, no produjo cambios significativos en la masa o fuerza

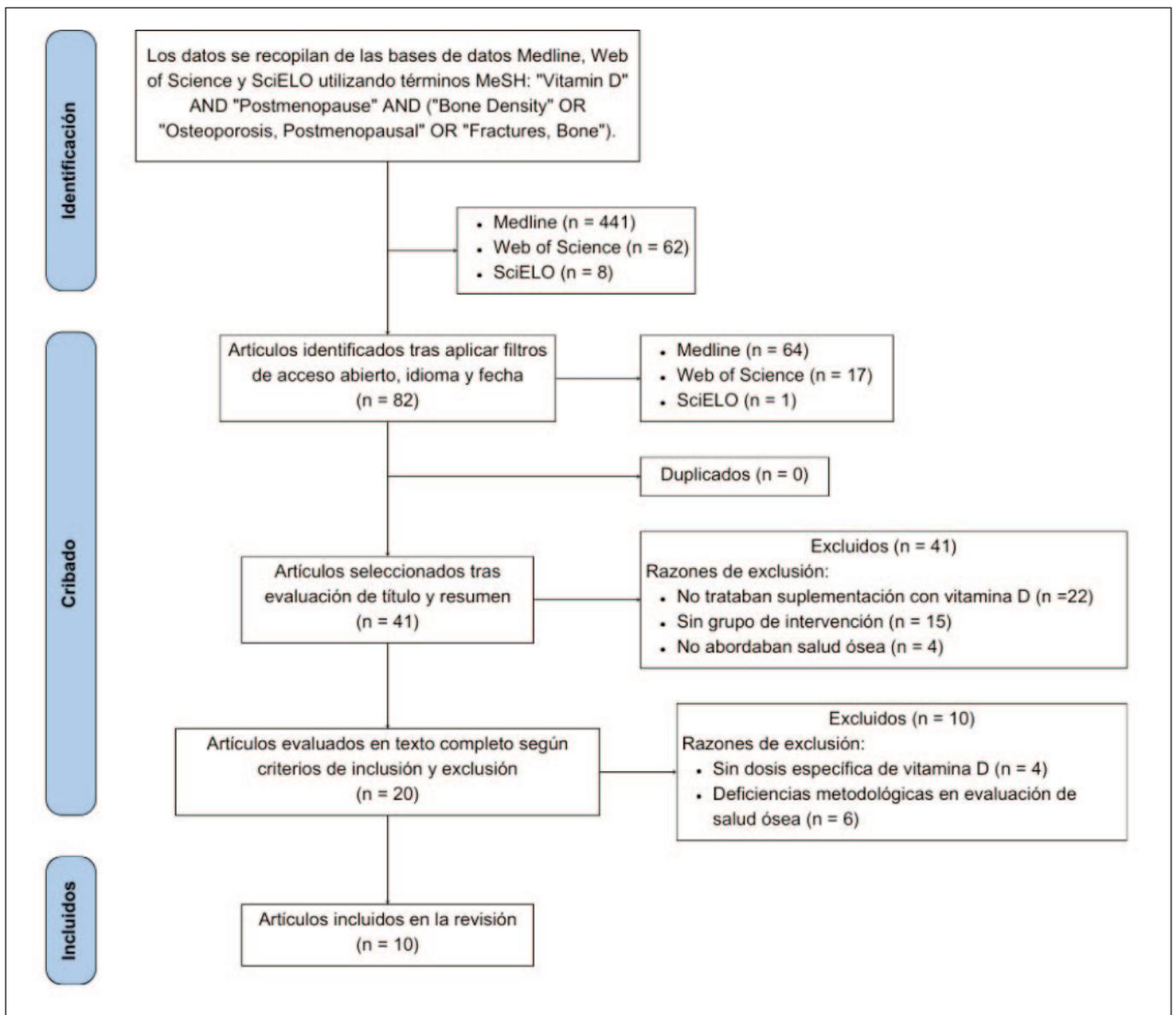


Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda en bases de datos y elegibilidad de artículos

muscular. Estos resultados cuestionan si incluso dosis elevadas de vitamina D pueden producir efectos mensurables en ciertos indicadores de salud ósea.

La duración del tratamiento es un factor crucial en la investigación de la suplementación de vitamina D. Los estudios analizados presentan una variabilidad notable en la extensión de las intervenciones, que oscilan desde períodos cortos de 3 a 12 meses^{8-11,19} hasta investigaciones más prolongadas que superan los 5 años^{17,18}. Aunque esta variabilidad dificulta la comparación directa entre estudios, algunos investigadores sugieren que intervalos de tratamiento más prolongados (superiores a 12 meses) podrían ofrecer beneficios incrementales en la salud ósea, requiriendo estudios adicionales para confirmar esta hipótesis.

Por otro lado, el estado nutricional inicial también parece ser un factor determinante. Ogata et al.¹⁰, encontraron una correlación positiva entre los niveles séricos de 25(OH)D y los biomarcadores óseos (P1NP y CTX) en mujeres posmenopáusicas con diabetes tipo 2. De manera similar, Hansen et al.¹¹ observaron diferencias significativas en la absorción de calcio según los niveles iniciales de vitamina D, sugiriendo que la respuesta a la suplementación puede variar dependiendo del estado nutricional basal.

Hansen et al.¹¹ aportaron evidencia adicional sobre la importancia de la dosificación. En su estudio con mujeres posmenopáusicas con insuficiencia de vitamina D, solo el grupo que recibió dosis altas (50.000 UI dos veces al mes) mostró una ligera mejoría en la absorción de calcio comparado con el grupo de dosis baja (800 UI diarias). Sin embargo, ninguno de los grupos presentó cambios significativos en la DMO o la función física tras un año de tratamiento.

Combinaciones de la suplementación de vitamina D con otros nutrientes en mujeres posmenopáusicas

Las interacciones de la vitamina D con otros nutrientes en mujeres posmenopáusicas han sido estudiadas desde diferentes diseños de estudios. Argyrou et al.⁸ analizaron la sinergia específica entre la vitamina D y los péptidos de colágeno, revelando que la adición de 5 g de péptidos de colágeno a la suplementación tradicional potenció la actividad metabólica ósea, evidenciada por mejoras en los biomarcadores óseos: P1NP y CTX.

En el ámbito de los productos lácteos fortificados, Moschonis et al.¹⁹ investigaron una matriz alimentaria específica usando queso Gouda enriquecido, donde la interacción entre la vitamina D y la matriz láctea mostró efectos beneficiosos en el metabolismo óseo, particularmente en la regulación de la hormona paratiroidea (PTH) y el marcador de resorción ósea: fosfatasa ácida resistente al tartrato 5b (TRAP-5b). Esta interacción fue más efectiva en mujeres con menopausia diagnosticada recientemente, sugiriendo que la biodisponibi-

lidad y eficacia de la vitamina D puede variar según el tiempo transcurrido desde la menopausia.

Complementariamente, Reyes et al.²¹ en un estudio prospectivo con 305 mujeres posmenopáusicas sanas mayores de 59 años, encontraron que el consumo diario de 500 ml de bebidas lácteas fortificadas con calcio y vitamina D3 durante 24 meses incrementó en 3 ng/ml los niveles séricos de 25(OH)D. Además, los autores advierten que factores como los niveles basales de vitamina D y el porcentaje de grasa corporal deben considerarse, ya que un desequilibrio en la composición corporal podría comprometer la absorción y favorecer el desarrollo de osteoporosis.

La integración de la vitamina D en formulaciones más complejas también ha sido objeto de estudio. Joo et al.²⁰ evaluaron una aproximación innovadora utilizando un reemplazo de comida a base de huevo en polvo fortificado con una combinación específica de calcio (661 mg/día) y vitamina D (10.32 µg/día). Este enfoque demostró ser efectivo en la preservación de la DMO del cuello femoral en comparación con la dieta habitual, sugiriendo que la matriz alimentaria puede influir en la biodisponibilidad y efectividad de la vitamina D.

Por otro lado, en un ensayo clínico aleatorizado de gran escala, Sullivan et al.¹⁵ evaluaron la suplementación combinada de calcio y vitamina D en mujeres postmenopáusicas durante aproximadamente 11.3 años. La intervención consistió en administrar diariamente dos comprimidos con 500 mg de calcio y 200 UI de vitamina D. Sin embargo, los resultados no mostraron un efecto protector significativo en la prevención de fracturas. El único hallazgo relevante fue la observación de que mujeres con menopausia temprana (antes de los 40 años) presentaron un mayor porcentaje de fracturas (20%) en comparación con mujeres con menopausia más avanzada (aproximadamente 14%), independientemente de la suplementación.

Dosis administradas de vitamina D para mujeres posmenopáusicas

La investigación sobre las dosis de vitamina D en mujeres posmenopáusicas muestra una notable variabilidad en los protocolos de suplementación y sus resultados clínicos. Por ejemplo, Chung et al.²² implementaron un enfoque personalizado con dosis entre 1,000 y 9,000 UI diarias, logrando que el 93% de las participantes alcanzaran niveles séricos de 25(OH)D ≥ 50 nmol/L, lo que indica la importancia de ajustar las dosis según cada paciente.

En las dosis bajas, Argyrou et al.⁸ demostraron que 400 UI diarias, en combinación con calcio y péptidos de colágeno, mejoraron los biomarcadores óseos P1NP y CTX en mujeres con osteopenia. Pierotti et al.¹⁷ evaluaron una dosis moderada de vitamina D (400-600 UI diarias) en combinación con calcio durante un período prolongado de 5 años, encontrando una reducción en la incidencia de nuevas fracturas vertebra-

les del 20% en mujeres con osteoporosis y del 12% en mujeres con osteopenia. Estos resultados sugieren que incluso dosis moderadas mantenidas a largo plazo pueden tener efectos protectores significativos. En contraste, Bolland et al.¹⁸, en un estudio a gran escala con 36,282 participantes durante 7 años, encontraron que la suplementación con 400 UI/día de vitamina D en combinación con calcio no mostró efectos significativos sobre la incidencia de fracturas de cadera o totales, sugiriendo que esta dosis podría ser insuficiente para la prevención de fracturas en algunas poblaciones.

Por su parte, Mason et al.⁹ evaluaron 2,000 UI/día, logrando un incremento del 24% en los niveles séricos de 25(OH)D, sin cambios en la masa o fuerza muscular. Un hallazgo particularmente relevante proviene del estudio de Yin et al.²³, que comparó directamente dosis de 1,000 UI versus 3,000 UI, encontrando que si bien la dosis más alta elevó significativamente los niveles séricos de 25(OH)D, no proporcionó beneficios adicionales en la DMO, evaluada mediante densitometría ósea (DEXA).

Hansen et al.¹¹ aportaron evidencia adicional al comparar dosis de 800 UI diarias contra 50,000 IU dos veces al mes, observando que la dosis más alta solo mejoró marginalmente la absorción de calcio en un 1%, sin efectos significativos en la DMO o la función física. Esto nos sugiere que las dosis de vitamina D deben determinarse según los niveles basales de 25(OH)D, presencia de comorbilidades y objetivos del tratamiento, siendo las dosis entre 800-2,000 UI diarias las que muestran resultados consistentes en la práctica clínica.

En el contexto de condiciones específicas, Ogata et al.¹⁰ estudiaron la suplementación con alfacalcidol, un análogo de la vitamina D, en dosis de 0.25 a 0.50 µg/día en mujeres posmenopáusicas con diabetes mellitus tipo 2. Si bien no se observaron cambios significativos en el T-score de la DMO, sí se encontró una correlación positiva significativa entre los niveles de 25(OH)D y los biomarcadores óseos P1NP y CTX, sugiriendo que las dosis más bajas podrían ser efectivas en poblaciones específicas.

Efectos secundarios de la suplementación en mujeres posmenopáusicas

Las investigaciones sobre los efectos secundarios sobre el uso de la suplementación de vitamina D ha sido moderada, de manera que, en la mayoría de los estudios revisados, estos atribuyen los efectos secundarios al acompañante de la suplementación de vitamina D, el cuál es el calcio. En primer lugar, Díaz et al.²⁴ revisaron un estudio realizado por investigadores de la Iniciativa de Salud de la Mujer, el cual tuvo un total de 36 000 participantes posmenopáusicas en el que se suplemento con calcio (1000 mg/d) más vitamina D (400 UI/d), mostró que no hubo ninguna mejora significativa sobre las fracturas, caso contrario se incrementó el riesgo de litiasis renal. Además, Sotelo et al.²⁵ reportó que en la suplementación

de calcio con dosis mayores a 1200 mg/d, incrementa el riesgo de efectos gastrointestinales, litiasis renal, enfermedad cardiovascular. Por tal motivo, Ogata et al.¹⁰ menciona que durante la suplementación de la vitamina D acompañado de calcio, este último de preferencia se recomienda que sea calcio dietético, es decir que sea propio de consumir alimentos, esto debido a las consecuencias ya mencionadas anteriormente siendo la más evidenciada la litiasis renal.

Por otro lado, Gallagher et al.²⁶ revisó la incidencia de la hipercalcemia durante la suplementación con vitamina D y calcio en mujeres posmenopáusicas con una duración de un año como forma de obtener resultados relevantes, estos suplementos fueron administrados en dosis de 1200 mg/d en el caso del calcio y respecto a la vitamina D fue de 800 UI/d. Como resultado se obtuvo que principalmente se evidencio la presencia de hipercalcemia en un 30,6% de la población estudiada, además, no se relacionó directamente a la suplementación de vitamina D, pero sí a la suplementación de calcio ya que ambas se administraban juntas y en ocasiones por separado.

DISCUSIÓN

La evidencia actual sobre la suplementación con vitamina D y su impacto en la salud ósea de mujeres posmenopáusicas muestra resultados heterogéneos que dependen de diversos factores. Los hallazgos sugieren que la vitamina D por sí sola puede tener efectos limitados, como lo demuestra el estudio de Mason et al.⁹, donde dosis de 2,000 UI/día, pese a incrementar los niveles séricos de 25(OH)D en un 24%, no generaron cambios significativos en la DMO. No obstante, cuando se combina con otros nutrientes, particularmente calcio y péptidos de colágeno, se observan mejoras significativas en los biomarcadores óseos P1NP y CTX⁸. La eficacia de la suplementación con vitamina D parece depender del estado nutricional basal, la duración del tratamiento y las dosis administradas, donde rangos entre 800 a 2,000 UI/día han mostrado resultados más consistentes. Además, la matriz alimentaria juega un papel importante en la biodisponibilidad y eficacia del suplemento, como lo evidencia el estudio de Moschonis et al.¹⁹ con productos lácteos fortificados, sugiriendo que el enfoque de la suplementación debe ser personalizado y considerar múltiples variables para optimizar sus beneficios en la salud ósea.

Los resultados muestran similitudes y discrepancias relevantes con otros estudios. En cuanto a las dosis bajas, Reis et al.²⁷ observaron que la suplementación con 400 UI mejoró el porcentaje de osteocalcina carboxilada, hallazgo que concuerda con los resultados de Argyrou et al.⁸, quienes informaron mejoras en P1NP y CTX en mujeres posmenopáusicas sin osteoporosis. Sin embargo, los estudios difieren respecto a las dosis altas: mientras Reis et al.²⁷ no identificaron beneficios con 4,000 UI en los niveles de C-telopéptido y péptido procolágeno tipo 1, Yin et al.²³ reportaron que la suplementación con

3,000 UI/día incrementó los niveles séricos de 25(OH)D, pero sin efectos adicionales en la DMO. Este hallazgo coincide con Hosseinpanah et al.²⁸ y Hansen et al.¹¹, quienes concluyeron que las dosis altas de vitamina D mejoran solo marginalmente la absorción de calcio, sin impacto significativo en la DMO. Estas similitudes podrían explicarse por los mecanismos complejos que regulan el metabolismo óseo, donde la vitamina D es solo uno de varios factores involucrados. En adición, nuestros resultados apoyan las conclusiones de Pérez-López et al.²⁹ sobre la importancia del estado basal de vitamina D, pues en nuestra revisión, Ogata et al.¹⁰ también sugieren que los efectos de la suplementación pueden depender de los niveles iniciales de la vitamina en sangre.

La diferencia observada con Reis et al.²⁷ respecto a las dosis altas de vitamina D podría explicarse por diversos factores metodológicos y fisiológicos. En primer lugar, la variabilidad en la respuesta a la suplementación podría atribuirse a las características basales de las poblaciones estudiadas, como los niveles iniciales de 25(OH)D, el tiempo transcurrido desde la menopausia y la presencia de comorbilidades. Esta hipótesis cobra relevancia considerando que los efectos de la suplementación pueden depender de los niveles séricos basales, como se evidenció en nuestros resultados. Por otro lado, la disparidad en los resultados entre dosis altas y bajas de vitamina D podría deberse a la existencia de un "efecto techo", donde incrementar la dosis más allá de cierto nivel no proporcionaría beneficios adicionales significativos en la salud ósea, como se evidenció en el estudio de Yin et al.²³. Además, es importante destacar que la matriz en la que se administra la vitamina D podría jugar un papel crucial en su efectividad, ya que la interacción con otros nutrientes, como el calcio o las proteínas, podría modular su biodisponibilidad y eficacia. Estas observaciones sugieren que la suplementación con vitamina D requiere un enfoque personalizado, considerando no solo la dosis, sino también el estado nutricional basal y la forma de administración. Asimismo, la duración del tratamiento emerge como un factor determinante, dado que los beneficios significativos podrían manifestarse solo después de períodos prolongados de suplementación, aspecto que varía considerablemente entre los estudios analizados.

Los estudios indican que la suplementación con vitamina D, especialmente cuando se combina con calcio, puede contribuir a mejorar la salud ósea en mujeres posmenopáusicas, reduciendo así el riesgo de fracturas²⁹. Sin embargo, de acuerdo con Kazemian et al.³⁰ la variabilidad en los resultados sugiere que es importante lograr adaptar la dosis de suplementación con vitamina D a características personalizadas como el índice de masa corporal (IMC), el porcentaje de grasa y los niveles previos (antes de la suplementación) de vitamina D, ya que estos factores influyen en su absorción. Además, en términos de salud pública, Liu et al.³¹ resalta la importancia de estrategias personalizadas para evitar que se estandarice las recomendaciones, ya que los efectos de la suplementación pueden

variar significativamente según el IMC y la composición corporal de cada persona, por tal motivo, se recomiendan el uso de herramientas como análisis bioquímicos y evaluaciones antropométricas para que sea más sencillo identificar los factores que influyen en la evaluación de la eficacia de la suplementación de la vitamina D.

Según Reyes-García et al.²¹ se debe tener en cuenta el IMC y el porcentaje de grasa corporal debido a que podría impedir una correcta suplementación de vitamina D, esto se basa en que esta vitamina es liposoluble, es decir que se almacena en el tejido adiposo y en caso de que la mujer postmenopáusicas tenga un mayor porcentaje de grasa corporal o un IMC elevado la suplementación de vitamina D no mostrará algún efecto significativo, en síntesis, el IMC y el porcentaje de grasa corporal son limitaciones importantes ya que pueden intervenir durante la suplementación de vitamina D, especialmente en la absorción.

Con lo mencionado, esta revisión semisistemática tiene algunas limitaciones que deben considerarse. En primer lugar, se encuentra la heterogeneidad de los estudios incluidos en cuanto al diseño y la duración de las intervenciones. Esta diversidad dificulta la comparación directa de resultados y puede limitar la generalización de nuestras conclusiones. Asimismo, la inclusión únicamente de artículos en acceso abierto y en determinados idiomas redujo la amplitud de la evidencia considerada. Aunque esta restricción facilitó el análisis detallado de los textos completos, también pudo haber introducido un sesgo de selección al excluir estudios relevantes no disponibles en estas condiciones.

Por otro lado, esta revisión muestra fortalezas, iniciando con la inclusión de evidencia actualizada que comprende datos relevantes como el número de población, las dosis utilizadas, y algunas combinaciones con otros nutrientes, permitiendo entender mejor la eficacia de la suplementación de vitamina D en mujeres posmenopáusicas. Además, la revisión destaca por su capacidad de identificar subgrupos de mujeres que puedan beneficiarse de esta suplementación, como es el caso en las mujeres con un porcentaje de grasa corporal alto, deficiencia de vitamina D, osteoporosis, osteopenia, obesidad y sobrepeso principalmente, motivo por el cual se podrá tener una mejor interpretación de resultados y a su vez una mejor intervención clínica personalizada.

CONCLUSIÓN

Esta revisión permite identificar que los beneficios de la vitamina D sobre la salud ósea en mujeres posmenopáusicas no son uniformes para todas, sino que dependen de variables como el nivel sérico basal de 25(OH)D, el tiempo transcurrido desde la menopausia, y la combinación con nutrientes como calcio y el colágeno.

Los estudios revisados muestran que la suplementación aislada tiene efectos limitados, mientras que las combinaciones

estratégicas pueden mejorar marcadores de remodelado óseo. Además, el IMC y la grasa corporal deben considerarse como factores moduladores en la eficacia del tratamiento, lo que resalta la importancia de enfoques clínicos individualizados. Estos hallazgos ofrecen una base para guiar intervenciones más precisas, alejándose de recomendaciones generalizadas que poco aportan en contextos clínicos específicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los docentes de la Universidad San Ignacio de Loyola por brindar las facilidades necesarias para el desarrollo de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Clark P, Chico G, Carlos F, Zamudio F, Pereira RMR, Zanchetta J, et al. Osteoporosis in Latin America: panel expert review. *Medwave*. 24 de septiembre de 2013;13(08):e5791-e5791.
- García Gomáriz C. Estudio sobre la aproximación del impacto del ejercicio físico y tratamiento farmacológico en la osteoporosis de mujeres postmenopáusicas. 2016 [citado 7 de octubre de 2024]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=81281&info=resumen&idioma=SPA>
- Bouillon R, Marcocci C, Carmeliet G, Bikle D, White JH, Dawson-Hughes B, et al. Skeletal and Extraskelatal Actions of Vitamin D: Current Evidence and Outstanding Questions. *Endocr Rev* [Internet]. 10 de mayo de 2019 [citado 7 de septiembre de 2024];40(4):1109. Disponible en: [/pmc/articles/PMC6626501/](https://pmc/articles/PMC6626501/)
- Mungai LN, Mohammed Z, Maina M, Anjumanara O. Vitamin D Review: The Low Hanging Fruit for Human Health. *J Nutr Metab* [Internet]. 2021 [citado 7 de septiembre de 2024];2021. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34900350/>
- Dominguez LJ, Farruggia M, Veronese N, Barbagallo M. Vitamin D Sources, Metabolism, and Deficiency: Available Compounds and Guidelines for Its Treatment. *Metabolites* [Internet]. 1 de abril de 2021 [citado 10 de septiembre de 2024];11(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33924215/>
- Föger-Samwald U, Dovjak P, Azizi-Semrad U, Kersch-Schindl K, Pietschmann P. Osteoporosis: Pathophysiology and therapeutic options. *EXCLI J* [Internet]. 2020 [citado 7 de septiembre de 2024];19:1017-37. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32788914/>
- Yao P, Bennett D, Maffham M, Lin X, Chen Z, Armitage J, et al. Vitamin D and Calcium for the Prevention of Fracture: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open* [Internet]. 2019 [citado 7 de septiembre de 2024];2(12):E1917789. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31860103/>
- Argyrou C, Karlafti E, Lampropoulou-Adamidou K, Tournis S, Makris K, Trovas G, et al. Effect of calcium and vitamin D supplementation with and without collagen peptides on bone turnover in postmenopausal women with osteopenia. *J Musculoskelet Neuronal Interact* [Internet]. 1 de marzo de 2020 [citado 5 de octubre de 2024];20(1):12. Disponible en: [/pmc/articles/PMC7104583/](https://pmc/articles/PMC7104583/)
- Mason C, Tapsoba JD, Duggan C, Imayama I, Wang CY, Korde L, et al. Effects of vitamin D3 supplementation on lean mass, muscle strength and bone mineral density during weight loss: A double-blind randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* [Internet]. 1 de abril de 2016 [citado 6 de octubre de 2024];64(4):769. Disponible en: [/pmc/articles/PMC4840082/](https://pmc/articles/PMC4840082/)
- Ogata M, Iwasaki N, Ide R, Takizawa M, Tanaka M, Tetsuo T, et al. Role of vitamin D in energy and bone metabolism in postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus: A 6-month follow-up evaluation. *J Diabetes Investig* [Internet]. 1 de enero de 2018 [citado 7 de octubre de 2024];9(1):211. Disponible en: [/pmc/articles/PMC5754515/](https://pmc/articles/PMC5754515/)
- Hansen KE, Johnson RE, Chambers KR, Johnson MG, Lemon CC, Vo TNT, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial on the treatment of vitamin D insufficiency in postmenopausal women. *JAMA Intern Med* [Internet]. 10 de octubre de 2015 [citado 7 de octubre de 2024];175(10):1612. Disponible en: [/pmc/articles/PMC4594209/](https://pmc/articles/PMC4594209/)
- Macdonald HM, Reid IR, Gamble GD, Fraser WD, Tang JC, Wood AD. 25-Hydroxyvitamin D Threshold for the Effects of Vitamin D Supplements on Bone Density: Secondary Analysis of a Randomized Controlled Trial. *J Bone Miner Res* [Internet]. 1 de agosto de 2018 [citado 7 de septiembre de 2024];33(8):1464-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29665087/>
- Vitamina D sérica y su relación con adiposidad y resistencia a la insulina en mujeres posmenopáusicas [Internet]. [citado 7 de octubre de 2024]. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572017000400003&script=sci_arttext
- Rivera-Paredes B, Quezada-Sánchez AD, Denova-Gutiérrez E, Torres-Ibarra L, Flores YN, Salmerón J, et al. Diet Modulates the Effects of Genetic Variants on the Vitamin D Metabolic Pathway and Bone Mineral Density in Mexican Postmenopausal Women. *J Nutr* [Internet]. 1 de julio de 2021 [citado 10 de septiembre de 2024];151(7):1726-35. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33847345/>
- Sullivan SD, Lehman A, Nathan NK, Thomson CA, Howard B V. Age of menopause and fracture risk in postmenopausal women randomized to calcium + vitamin D, hormone therapy, or the combination: results from the Women's Health Initiative Clinical Trials. *Menopause* [Internet]. 2017 [citado 26 de noviembre de 2024];24(4):371-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27801706/>
- Yepes-Nuñez JJ, Urrútia G, Romero-García M, Alonso-Fernández S. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 1 de septiembre de 2021 [citado 14 de mayo de 2025];74(9):790-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893221002748>
- Arantes HP, Gimeno SGA, Chiang AY, Bilezikian JP, Lazaretti-Castro M. Incidence of vertebral fractures in calcium and vitamin D-supplemented postmenopausal Brazilian women with osteopenia or osteoporosis: data from Arzoxifene Generations Trial. *Arch Endocrinol Metab* [Internet]. 2016 [citado 6 de octubre de 2024];60(1):54. Disponible en: [/pmc/articles/PMC10118918/](https://pmc/articles/PMC10118918/)

18. Bolland MJ, Grey A, Gamble GD, Reid IR, Coleman WB. Concordance of Results from Randomized and Observational Analyses within the Same Study: A Re-Analysis of the Women's Health Initiative Limited-Access Dataset. *PLoS One* [Internet]. 6 de octubre de 2015 [citado 7 de octubre de 2024];10(10). Disponible en: [/pmc/articles/PMC4595019/](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140119)
19. Moschonis G, van den Heuvel EGHM, Mavrogianni C, Manios Y. Effect of Vitamin D-Enriched Gouda-Type Cheese Consumption on Biochemical Markers of Bone Metabolism in Postmenopausal Women in Greece. *Nutrients* [Internet]. 1 de septiembre de 2021 [citado 7 de octubre de 2024];13(9). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34578863/>
20. Joo NS, Shin SH, Kim KN, Lee SH, Jung S, Yeum KJ. Home Meal Replacement Fortified with Eggshell Powder and Vitamin D Prevents Bone Loss in Postmenopausal Women: A Randomized, Double-Blind, Controlled Study. *Nutrients* [Internet]. 12 de abril de 2024 [citado 7 de octubre de 2024];16(8). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38674843/>
21. Reyes-García R, García-Martin A, Palacios S, Salas N, Mendoza N, Quesada-Charneco M, et al. Factors Predicting the Response to a Vitamin D-Fortified Milk in Healthy Postmenopausal Women. *Nutrients* [Internet]. 1 de noviembre de 2019 [citado 7 de octubre de 2024];11(11). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31689902/>
22. Chung YS, Chung DJ, Kang M II, Kim IJ, Koh JM, Min YK, et al. Vitamin D Repletion in Korean Postmenopausal Women with Osteoporosis. *Yonsei Med J* [Internet]. 7 de julio de 2016 [citado 5 de octubre de 2024];57(4):923. Disponible en: [/pmc/articles/PMC4951469/](https://doi.org/10.3349/ymj.2016.57.4.923)
23. Yin MT, Roychoudhury A, Bucovsky M, Colon I, Ferris DC, Olender S, et al. A Randomized Placebo-Controlled Trial of Low- Versus Moderate-Dose Vitamin D3 Supplementation on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women With HIV. *J Acquir Immune Defic Syndr* [Internet]. 1 de marzo de 2019 [citado 7 de octubre de 2024];80(3):342-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30531305/>
24. Díaz-Guerra GM, Iglesias SG, Miguel GA. Tratamiento de la osteoporosis: osteoporosis en la mujer premenopáusica y posmenopáusica. Osteoporosis en el varón. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 1 de junio de 2018;12(60):3506-14.
25. Sotelo W. Controversias en el tratamiento de la osteoporosis posmenopáusica. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia* [Internet]. junio de 2016 [citado 28 de octubre de 2024];62. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322016000200014
26. Gallagher JC, Smith LM, Yalamanchili V. Incidence of hypercalciuria and hypercalcemia during vitamin D and calcium supplementation in older women. *Menopause* [Internet]. 10 de noviembre de 2014 [citado 11 de noviembre de 2024];21(11):1173-80. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24937025/>
27. Reis AR, Santos RKF, dos Santos CB, Santos B da C, de Carvalho GB, Brandão-Lima PN, et al. Supplementation of vitamin D isolated or calcium-associated with bone remodeling and fracture risk in postmenopausal women without osteoporosis: A systematic review of randomized clinical trials. *Nutrition*. 1 de diciembre de 2023;116:112151.
28. Hosseinpanah F, Rambod M, Hossein-Nejad A, Larijani B, Azizi F. Association between vitamin D and bone mineral density in Iranian postmenopausal women. *J Bone Miner Metab* [Internet]. 10 de enero de 2008 [citado 11 de noviembre de 2024];26(1):86-92. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00774-007-0791-7>
29. Pérez-López FR, Chedraui P, Pilz S. Vitamin D supplementation after the menopause. <https://doi.org/10.1177/2042018820931291> [Internet]. 5 de junio de 2020 [citado 11 de noviembre de 2024];11. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2042018820931291>
30. Kazemian E, Pourali A, Sedaghat F, Karimi M, Basirat V, Sajadi Hezaveh Z, et al. Effect of supplemental vitamin D3 on bone mineral density: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* [Internet]. 11 de abril de 2023 [citado 12 de noviembre de 2024];81(5):511-30. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1093/nutrit/nuac068>
31. Liu C, Kuang X, Li K, Guo X, Deng Q, Li D. Effects of combined calcium and vitamin D supplementation on osteoporosis in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Funct* [Internet]. 17 de diciembre de 2020 [citado 12 de noviembre de 2024];11(12):10817-27. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/fo/d0fo00787k>