

Metaanálisis del impacto de la actividad física en la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas

Meta-analysis of the impact of physical activity on bone and muscle health in postmenopausal women
Karla Juanita Montes Mata, Juan Francisco Aguirre Chávez, Leticia Irene Franco Gallegos, Guadalupe Simanga Ivett Robles Hernández

Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

Resumen. Este metaanálisis examina el impacto de la actividad física en la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas, una población particularmente vulnerable a la disminución de la densidad mineral ósea (DMO) y la masa muscular debido a la reducción de los niveles de estrógenos. La búsqueda exhaustiva incluyó estudios hasta junio de 2023 en bases de datos como PubMed, Scopus y Cochrane Library, seleccionando aquellos que evaluaron los efectos de la actividad física en la DMO y la masa muscular en mujeres postmenopáusicas. Se incluyeron 14 estudios con un total de 2,120 participantes. Los resultados mostraron que la actividad física, especialmente los ejercicios de resistencia y aeróbicos, tuvo un efecto positivo significativo en la DMO de la columna lumbar y la cadera femoral. Además, se observó un aumento en la masa muscular y la fuerza en las mujeres que participaron en programas de actividad física regular, en comparación con aquellas que no lo hicieron. Estos hallazgos subrayan la importancia de la actividad física regular para la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas, destacando los ejercicios de resistencia y de alto impacto como especialmente beneficiosos. La evidencia sugiere que la actividad física debería ser una parte integral de las recomendaciones clínicas para esta población, ya que puede desempeñar un papel crucial en la prevención de la osteoporosis y la sarcopenia. En conclusión, la actividad física regular es una intervención efectiva y no farmacológica para mejorar la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas.

Palabras clave: actividad física; salud ósea; masa muscular; mujeres postmenopáusicas.

Abstract. This meta-analysis examines the impact of physical activity on bone and muscle health in postmenopausal women, a population particularly vulnerable to the decrease in bone mineral density (BMD) and muscle mass due to reduced estrogen levels. The comprehensive search included studies up to June 2023 in databases such as PubMed, Scopus, and Cochrane Library, selecting those that evaluated the effects of physical activity on BMD and muscle mass in postmenopausal women. Fourteen studies with a total of 2,120 participants were included. The results showed that physical activity, especially resistance and aerobic exercises, had a significantly positive effect on the BMD of the lumbar spine and femoral neck. Additionally, an increase in muscle mass and strength was observed in women who participated in regular physical activity programs compared to those who did not. These findings underscore the importance of regular physical activity for bone and muscle health in postmenopausal women, highlighting resistance and high-impact exercises as particularly beneficial. The evidence suggests that physical activity should be an integral part of clinical recommendations for this population, as it can play a crucial role in preventing osteoporosis and sarcopenia. In conclusion, regular physical activity is an effective non-pharmacological intervention to improve bone and muscle health in postmenopausal women.

Keywords: physical activity; bone health; muscle mass; postmenopausal women.

Fecha recepción: 13-08-24. Fecha de aceptación: 27-10-24

Juan Francisco Aguirre Chávez
jaguirre@uach.mx

Introducción

Dada la diversidad de resultados encontrados en estudios previos, se realizó un metaanálisis para evaluar cuantitativamente el impacto de la actividad física en la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas. La menopausia es una etapa natural en la vida de las mujeres que generalmente ocurre entre los 45 y 55 años y se caracteriza por el cese permanente de la menstruación y una marcada disminución en la producción de estrógenos (Sánchez & Noriega, 2023). Este cambio hormonal tiene consecuencias significativas para la salud, especialmente en relación con la DMO y la masa muscular (Kemmler et al., 2020). La disminución de estrógenos durante la menopausia está asociada con una aceleración de la pérdida ósea, lo que aumenta el riesgo de osteoporosis y fracturas (Serrano, 2022). Además, la reducción de la masa muscular, conocida como sarcopenia, también se ve acelerada en esta etapa de la vida, contribuyendo a la debilidad y al deterioro funcional (Miranda et al., 2022). La reducción de los niveles de estrógenos tiene varias implicaciones para la salud. Los estrógenos juegan un papel crucial en la regulación del ciclo menstrual y en la

preservación de la DMO. La disminución de estos niveles hormonales durante la menopausia resulta en una aceleración de la pérdida ósea, aumentando significativamente el riesgo de osteoporosis, una condición caracterizada por huesos frágiles y susceptibles a fracturas (Castro-Gamboa et al., 2022). Estudios indican que las mujeres pueden perder hasta un 20% de su DMO en los primeros 5 a 7 años postmenopáusicos (García et al., 2023).

Además de los cambios en la densidad ósea, la menopausia también afecta la composición corporal, con una notable disminución en la masa muscular y un aumento en la grasa corporal (Hernández-Hernández et al., 2021). La sarcopenia, o pérdida de masa muscular, es otro problema crítico que enfrenta esta población. Esta pérdida de masa y fuerza muscular contribuye a la debilidad, disminución de la movilidad, y un mayor riesgo de caídas y lesiones. La combinación de osteoporosis y sarcopenia crea un círculo vicioso que deteriora significativamente la calidad de vida (Navarro et al., 2020). Los efectos de la menopausia no se limitan a los cambios físicos. Las mujeres también pueden experimentar una variedad de síntomas psicológicos y emocionales, como cambios de humor, irritabilidad, ansiedad y depresión. Estos síntomas

pueden afectar su bienestar general y calidad de vida. Además, los sofocos y la sudoración nocturna, que son síntomas comunes de la menopausia, pueden interrumpir el sueño y contribuir a la fatiga y el estrés (Sánchez-Prieto et al., 2023).

El manejo de los síntomas y riesgos asociados con la menopausia incluye tanto enfoques farmacológicos como no farmacológicos. Las terapias hormonales, aunque efectivas para aliviar los síntomas menopáusicos y prevenir la pérdida ósea, no están exentas de riesgos y no son adecuadas para todas las mujeres. Por ello, las intervenciones no farmacológicas, como la actividad física, han ganado importancia (Mohammad et al., 2020; Bocchi et al., 2024).

La osteoporosis es una enfermedad ósea sistémica que se caracteriza por una baja masa ósea y un deterioro en la microarquitectura del tejido óseo, lo que conduce a un aumento de la fragilidad ósea y, por tanto, a un mayor riesgo de fracturas. Es particularmente prevalente en mujeres postmenopáusicas debido a la disminución de los niveles de estrógenos, que juegan un papel protector en la mantención de la densidad ósea (Little-Letsinger et al., 2022).

Las fracturas osteoporóticas, especialmente en la cadera, la columna vertebral y la muñeca, son una causa importante de morbilidad y mortalidad (González et al., 2020). Las fracturas de cadera pueden resultar en discapacidad prolongada y una pérdida significativa de la independencia. La osteoporosis también está asociada con un aumento en el riesgo de caídas debido a la debilidad muscular y a la pérdida de equilibrio.

El diagnóstico de osteoporosis se realiza mediante densitometría ósea, que mide la DMO. Los tratamientos farmacológicos incluyen bisfosfonatos, moduladores selectivos de los receptores de estrógenos, y terapias con hormona paratiroidea, entre otros. Sin embargo, la actividad física es una intervención no farmacológica crucial que puede ayudar a prevenir la pérdida ósea y mejorar la salud ósea (Rivas-Meléndez & Padilla-Del, 2024; Borba-Pinheiro et al., 2024).

Una de las causas que contribuyen al incremento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas es la disminución de estrógenos, la menopausia provoca una reducción significativa en los niveles de estrógenos, una hormona que juega un papel crucial en el mantenimiento de la densidad ósea. La disminución de estrógenos acelera la pérdida de masa ósea. Otra causa son algunas enfermedades y tratamientos médicos, como el uso prolongado de corticosteroides. Algunos factores como los genéticos influyen en el riesgo de osteoporosis, las mujeres con antecedentes familiares de osteoporosis tienen un mayor riesgo de desarrollar la enfermedad. Otro factor es una dieta baja en calcio y vitamina D, la falta de actividad física y el consumo excesivo de alcohol o tabaco pueden contribuir al desarrollo de osteoporosis (Castro-Gamboa et al., 2022).

Las principales síntomas y consecuencias de la osteoporosis es que aumentan el riesgo de fracturas, incluso con traumas menores. Las fracturas más comunes se producen en la columna vertebral, la cadera y la muñeca. Otra sería

que la pérdida de densidad ósea puede llevar a deformidades de la columna vertebral, como la cifosis (curvatura anormal de la columna) y dolor lumbar y por último la compresión de las vértebras debilitadas puede resultar en una pérdida gradual de altura (Martino & Rinesi, 2023).

La prueba más común para llevar a cabo el diagnóstico de la osteoporosis es la densitometría ósea, que mide la DMO y ayuda a determinar el riesgo de fracturas. Otra forma sería la historia clínica y evaluación de riesgos, la cual se realiza una revisión de la historia médica, factores de riesgo y antecedentes familiares para evaluar el riesgo de esta enfermedad (Castro-Gamboa et al., 2022).

Para llevar a cabo una adecuada prevención y tratamiento de esta enfermedad se puede hacer a través de medicamentos, para tratar la osteoporosis, incluidos los bifosfonatos, moduladores selectivos del receptor de estrógenos y terapias hormonales. Estos medicamentos ayudan a reducir la pérdida ósea y mejorar la densidad ósea. Otra sería el uso de suplementos de calcio y vitamina D, estos suplementos son esenciales para mantener la salud ósea y ayudar en la absorción del calcio. Otro es el ejercicio regular, especialmente las actividades que soportan peso como caminar, el entrenamiento de resistencia y los ejercicios de equilibrio, puede fortalecer los huesos y mejorar la densidad ósea. También el adoptar una dieta equilibrada rica en calcio y vitamina D, evitar el consumo excesivo de alcohol y dejar de fumar son medidas importantes para la prevención y el manejo de la osteoporosis. Y, por último, en algunos casos, pueden ser necesarias terapias adicionales para manejar los síntomas o prevenir fracturas, como la fisioterapia o el uso de dispositivos ortopédicos (Martínez-Díaz-Guerra et al., 2024).

La sarcopenia en mujeres postmenopáusicas es una condición que se caracteriza por la pérdida progresiva de masa y fuerza muscular. Esta pérdida muscular es particularmente relevante para las mujeres que han pasado por la menopausia, ya que el descenso en los niveles de estrógenos, una hormona clave para la salud ósea y muscular, puede contribuir a este problema (Tagliafico et al., 2022).

La sarcopenia contribuye a una mayor debilidad, disminución de la resistencia y un aumento en el riesgo de caídas y fracturas. También está asociada con un deterioro de la calidad de vida y un incremento en la dependencia funcional. La evaluación de la sarcopenia incluye la medición de la masa muscular, generalmente a través de técnicas como la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) o la tomografía computarizada, así como la evaluación de la fuerza muscular y el rendimiento físico (Ramírez & Gutiérrez, 2021).

La sarcopenia en mujeres postmenopáusicas está influenciada por diversos factores. La disminución de los niveles de estrógenos, que ocurre con la menopausia, impacta negativamente en la preservación de la masa muscular y ósea. Además, la inactividad física, combinada con una dieta deficiente, puede acelerar la pérdida de masa muscular. Los cambios metabólicos relacionados con la edad también afectan la síntesis y degradación de proteínas musculares, contribuyendo al desarrollo de sarcopenia. Los principales síntomas incluyen la pérdida de fuerza muscular, que provoca debilidad, fatiga

y dificulta la realización de actividades cotidianas, aumentando a su vez el riesgo de caídas y fracturas, lo que puede deteriorar la movilidad y calidad de vida (Rodríguez-García et al., 2020).

El diagnóstico se basa en evaluaciones clínicas, como la medición de la fuerza de agarre y el análisis de la composición corporal, y en algunos casos, se utilizan técnicas de imagen como la resonancia magnética para evaluar la masa muscular. El tratamiento incluye ejercicios de resistencia, como el levantamiento de pesas, una nutrición adecuada rica en proteínas y, en ciertos casos, suplementos bajo supervisión médica. También pueden considerarse intervenciones adicionales, como la terapia de reemplazo hormonal (TRH), aunque su uso debe evaluarse con precaución debido a posibles efectos secundarios, y programas de rehabilitación dirigidos a mejorar la funcionalidad muscular (Lerena et al., 2024).

El tratamiento de la sarcopenia incluye intervenciones nutricionales, como el aumento de la ingesta de proteínas, y programas de ejercicios, particularmente aquellos que incluyen entrenamiento de resistencia y de fuerza (Escamilla et al., 2022).

La frecuente realización de actividad física, así como la comprensión y el manejo de la sarcopenia en mujeres postmenopáusicas son cruciales para mejorar la calidad de vida y reducir los riesgos asociados con la pérdida muscular (Aboarrage-Junior et al., 2024).

La actividad física es una intervención no farmacológica que ha mostrado efectos prometedores en la mejora de la salud ósea y muscular. Diversos estudios han investigado cómo diferentes tipos y niveles de actividad física pueden influir en la DMO y la masa muscular. Los ejercicios de resistencia, los ejercicios aeróbicos y los ejercicios de alto impacto son algunas de las modalidades más estudiadas. Sin embargo, los resultados de estos estudios individuales varían, lo que dificulta la formulación de recomendaciones clínicas claras (Medina et al., 2023; Rebolledo-Cobos et al., 2023).

La actividad física regular es ampliamente reconocida por sus múltiples beneficios para la salud. En el contexto de la menopausia, se ha demostrado que el ejercicio puede tener efectos positivos significativos en la DMO y la masa muscular (Chabbert-Buffet et al., 2023). Los ejercicios de resistencia, como el levantamiento de pesas, y los ejercicios de alto impacto, como el trote, son particularmente efectivos para estimular la formación ósea y prevenir la pérdida de masa ósea. Además, el ejercicio regular mejora la fuerza muscular, la coordinación y el equilibrio, reduciendo el riesgo de caídas y fracturas (González et al., 2020).

El estado actual de la investigación sobre el impacto de la actividad física en la salud ósea y muscular de mujeres postmenopáusicas refleja beneficios consistentes, aunque también hay discrepancias significativas entre los estudios disponibles. Estas discrepancias pueden atribuirse a una serie de factores metodológicos que afectan la interpreta-

ción y comparabilidad de los resultados, tales como la variación en el tipo de ejercicio, la duración de la intervención, la frecuencia y la adherencia al programa y las características individuales de las participantes, como la edad, el estado hormonal y la presencia de osteoporosis o sarcopenia al inicio del estudio, también son factores importantes.

Este trabajo tiene como objetivo principal responder a varias preguntas clave: ¿Qué tipo de actividad física es más efectiva para mejorar la DMO y la masa muscular en mujeres postmenopáusicas? ¿Qué intensidad y duración del ejercicio son necesarias para obtener beneficios significativos? ¿Cómo varían los efectos de la actividad física en diferentes sitios anatómicos del esqueleto? A través de una revisión exhaustiva de la literatura y un análisis cuantitativo de los datos disponibles, el estudio busca proporcionar respuestas basadas en la evidencia que puedan guiar la práctica clínica y las recomendaciones de salud pública.

Materiales y método

Para el diseño del estudio se siguió las directrices de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para asegurar una recopilación, análisis y presentación de datos sistemática y transparente (figura 1).

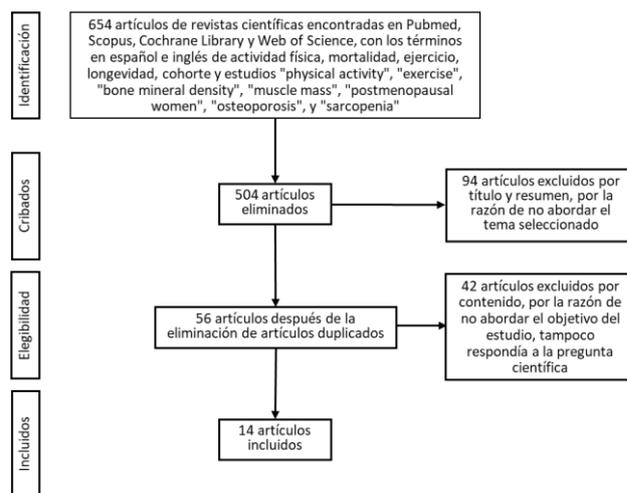


Figura 1. Etapas de la revisión sistemática de la literatura

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura disponible en múltiples bases de datos electrónicas hasta junio de 2023. Las plataformas utilizadas para esta búsqueda fueron PubMed, Scopus, Cochrane Library y Web of Science.

Para identificar estudios relevantes, se utilizaron combinaciones de términos de búsqueda relacionados con la actividad física, salud ósea, masa muscular y mujeres postmenopáusicas. Los términos de búsqueda específicos incluyeron: "physical activity", "exercise", "bone mineral density", "muscle mass", "postmenopausal women", "osteoporosis", y "sarcopenia". Se emplearon operadores booleanos para refinar y combinar los términos de búsqueda.

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo en varias fases. En primer lugar, se realizó un cribado inicial en el que dos revisores independientes evaluaron los títulos y resúmenes de los estudios obtenidos en la búsqueda preliminar, descartando aquellos que claramente no cumplieran con los criterios de inclusión. Posteriormente, los estudios que superaron esta fase fueron revisados en su totalidad para confirmar su elegibilidad, resolviendo cualquier discrepancia entre los revisores a través de discusiones, o mediante la consulta de un tercer revisor si era necesario. Finalmente, los estudios seleccionados fueron evaluados para determinar su calidad y el riesgo de sesgo, utilizando la herramienta de riesgo de sesgo de Cochrane.

Los criterios de inclusión para la selección de estudios fueron los siguientes: se incluyeron aquellos que evaluaban el impacto de la actividad física sobre la DMO y/o la masa muscular en mujeres postmenopáusicas. Se consideraron ensayos clínicos controlados, estudios cuasiexperimentales y estudios longitudinales que incluyeran intervenciones específicas de actividad física. Los estudios debían estar publicados en inglés o español y tener un seguimiento mínimo de 6 meses para garantizar la evaluación de los efectos sostenidos de la actividad física. Además, los estudios debían proporcionar datos suficientes, como la media, la desviación estándar y el tamaño de la muestra, para permitir el cálculo del tamaño del efecto.

Los criterios de exclusión consideraron los siguientes puntos: se excluyeron estudios que incluyeran a mujeres premenopáusicas y aquellos que no proporcionaran datos específicos sobre la DMO o la masa muscular. También se descartaron estudios observacionales que no contaran con una intervención específica de actividad física, así como revisiones sistemáticas y metaanálisis. Además, se excluyeron publicaciones duplicadas o estudios que presentaran datos redundantes.

Se extrajeron los datos relevantes de los estudios seleccionados utilizando una hoja de extracción de datos estandarizada. La información recopilada incluyó las características de los participantes, como la edad media, el índice de masa corporal y el estado menopáusico, así como el tiempo transcurrido desde la menopausia. También se detallaron los aspectos de la intervención, tales como el tipo de ejercicio (resistencia, aeróbico o mixto), la duración de la intervención, la frecuencia de las sesiones de ejercicio por semana y la intensidad del ejercicio. Las medidas de resultado abarcaron la DMO en distintos sitios anatómicos, como la columna lumbar y la cadera femoral, la masa muscular, medida mediante DXA, tomografía computarizada o resonancia magnética, y la fuerza muscular, evaluada con dinamometría u otras pruebas de fuerza. Por último, se registraron los resultados reportados, incluidas las medias, desviaciones estándar y el tamaño de la muestra.

La evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos resulta esencial, ya que garantiza la validez de los resultados y permite una interpretación precisa de los hallazgos. En este caso, se utilizó la herramienta Cochrane de

riesgo de sesgo, que clasifica los estudios en función de siete dominios clave para identificar potenciales riesgos (tabla 1). Uno de los aspectos fundamentales es la generación de la secuencia aleatoria, que permite asignar de manera equitativa a los participantes entre los grupos de intervención y control. Si esta asignación no es verdaderamente aleatoria, los resultados podrían estar sesgados, afectando la comparabilidad de los grupos y, en última instancia, la validez de los resultados del estudio.

La ocultación de la asignación también es esencial, ya que evita que los investigadores sepan a qué grupo será asignado el próximo participante. Esta precaución reduce el riesgo de sesgo de selección, el cual puede inclinar los resultados si los investigadores, aun de manera involuntaria, alteran el proceso de asignación en función de sus expectativas.

En cuanto al cegamiento, tanto de los participantes como del personal de investigación, se evaluó cómo cada estudio manejaba este factor, ya que en estudios de actividad física el cegamiento puede ser difícil de implementar. Sin embargo, resulta importante para evitar el sesgo de expectativa, que ocurre cuando las creencias de los participantes o del personal pueden influir en el resultado. Los estudios que lograron reducir esta influencia fueron considerados de bajo riesgo, mientras que aquellos que no lo lograron recibieron una clasificación de riesgo más alto.

También se consideró el cegamiento en la evaluación de resultados, es decir, si los evaluadores estaban o no conscientes de las intervenciones recibidas por los participantes. Sin un cegamiento adecuado en esta área, los evaluadores podrían verse influidos por el conocimiento previo de la intervención, afectando la objetividad de las mediciones.

El manejo de datos incompletos fue otro criterio importante. El riesgo de sesgo de deserción aumenta cuando algunos participantes abandonan el estudio de forma no aleatoria. Los estudios que implementaron un análisis por intención de tratar o algún otro método adecuado para manejar estos datos incompletos fueron considerados de bajo riesgo de sesgo.

Asimismo, se evaluaron los informes selectivos de resultados, es decir, si todos los resultados previstos fueron reportados. Aquellos estudios que omitieron algunos resultados clave fueron clasificados como de alto riesgo, ya que los informes selectivos pueden distorsionar la verdadera eficacia de una intervención. Finalmente, se consideraron otras fuentes potenciales de sesgo, como los conflictos de interés o problemas en el diseño del estudio. Cualquier aspecto que pudiera comprometer la calidad del estudio fue considerado en esta categoría. Los estudios con alto riesgo de sesgo en varios de estos dominios podrían haber influido en los resultados, ya que la falta de aleatorización, el sesgo de selección o los informes selectivos tienden a exagerar o subestimar el efecto real de la actividad física en la salud ósea y muscular. Este tipo de sesgos afecta la precisión y la generalización de los hallazgos a la población general, especialmente en mujeres postmenopáusicas, quienes conforman una población particularmente vulnerable.

Tabla 1.
Evaluación del impacto y calidad de los estudios

Estudio	Secuencia aleatoria	Ocultación de asignación	Cegamiento de participantes y personal	Cegamiento de evaluación de resultados	Datos incompletos	Informes Selectivos	Otras fuentes de sesgo	Calificación general
1	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
2	Alto	Incierto	Incierto	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto
3	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Incierto	Bajo	Incierto
4	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
5	Incierto	Incierto	Alto	Bajo	Alto	Alto	Incierto	Alto
6	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
7	Bajo	Incierto	Alto	Alto	Incierto	Bajo	Bajo	Medio
8	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio
9	Incierto	Incierto	Incierto	Incierto	Bajo	Alto	Alto	Alto
10	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
11	Bajo	Incierto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
12	Alto	Alto	Incierto	Incierto	Alto	Alto	Alto	Alto
13	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Incierto	Bajo	Bajo	Medio
14	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Para abordar el impacto de los estudios con alto riesgo de sesgo en los resultados del metaanálisis, se adoptaron varias estrategias clave que permitieron mantener la integridad y robustez de los hallazgos. En primer lugar, se realizaron análisis de sensibilidad en los que se excluyeron los estudios con alto riesgo de sesgo. Esto permitió evaluar la estabilidad de los resultados al observar si los efectos globales se mantenían consistentes al considerar únicamente los estudios de bajo riesgo de sesgo. Esta técnica ayudó a confirmar que los resultados eran sólidos, incluso sin la influencia de estudios de menor calidad. Además, en el análisis estadístico, se ajustó el peso de cada estudio en función de su calidad metodológica. Se asignó un mayor peso a los estudios evaluados como de bajo riesgo de sesgo, lo que minimizó la influencia de los estudios de mayor riesgo en el resultado global. Esto garantizó que la estimación final del efecto fuera representativa de la mejor evidencia disponible, fortaleciendo así la validez de las conclusiones.

Para explorar cómo las variaciones en la calidad de los estudios podían afectar los resultados, se realizaron análisis de subgrupos que diferenciaron los estudios de alta y baja calidad metodológica. Esto permitió examinar si los efectos de la actividad física sobre la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas eran consistentes o presentaban diferencias significativas según el nivel de riesgo de sesgo. Finalmente, se incluyeron desgloses separados de los resultados para estudios de alto y bajo riesgo de sesgo, lo que permitió una visualización clara de posibles variaciones en los efectos observados y destacó la contribución específica de los estudios de mayor calidad metodológica. Estas estrategias en conjunto reforzaron la validez del metaanálisis, minimizando la influencia del sesgo y asegurando que las conclusiones sobre el impacto de la actividad física en la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas se basaran en evidencia de alta calidad y confiabilidad.

Los datos extraídos se analizaron utilizando el software estadístico Review Manager (RevMan) y el modelo de efectos aleatorios para calcular el tamaño del efecto de la actividad física sobre la DMO y la masa muscular.

Los estadísticos utilizados para medir el efecto incluyeron la diferencia de medias estandarizada (SMD), que permitió comparar los efectos de la intervención entre los estudios.

Además, se calcularon intervalos de confianza del 95% (IC 95%) para evaluar la precisión de los tamaños del efecto.

La heterogeneidad entre los estudios se evaluó utilizando el índice de heterogeneidad (I^2), el cual mide la variabilidad entre los resultados de los estudios. Se consideró que un valor de I^2 superior al 50% indicaba una heterogeneidad de moderada a alta.

El análisis de subgrupos se realizó considerando varios factores, como el tipo de ejercicio (resistencia, aeróbico o mixto), la duración de la intervención (a corto o largo plazo), la frecuencia del ejercicio (baja o alta) y la localización anatómica donde se midió la DMO (columna lumbar o cadera femoral).

El análisis de sensibilidad se llevó a cabo para evaluar la solidez de los resultados, excluyendo aquellos estudios que presentaban un alto riesgo de sesgo. Además, se compararon los resultados empleando distintos modelos estadísticos, como los de efectos fijos y efectos aleatorios.

Resultados

Se incluyeron un total de 14 estudios en el metaanálisis, con una muestra combinada de 2,120 participantes. Los estudios seleccionados abarcaron un rango de fechas de publicación desde el año 2000 hasta junio de 2023. Las características de los estudios variaron en cuanto al tipo de intervención, duración, frecuencia e intensidad del ejercicio, así como en las características demográficas de las participantes, las cuales fueron: edad media de las participantes de 55-70 años, el índice de masa corporal en un rango de 22 a 30 kg/m², la duración de la intervención fue de 6 meses a 2 años, la frecuencia del ejercicio fue de 2 a 5 veces por semana y los tipos de ejercicio fueron: ejercicios de resistencia, ejercicios aeróbicos, ejercicios de alto impacto, y combinaciones de estos.

El análisis de los datos mostró que la actividad física tuvo un impacto positivo y significativo en la DMO de mujeres postmenopáusicas. En cuanto a los resultados por localización anatómica, se observó que en la columna lumbar la SMD fue de 0.45 (IC 95%: 0.30, 0.60), lo que indica una mejora notable en la DMO en las mujeres que participaron en programas de actividad física, en comparación con el

grupo de control. El I^2 fue del 52%, lo que refleja una heterogeneidad moderada entre los estudios. En la cadera femoral, la SMD fue de 0.38 (IC 95%: 0.25, 0.51), lo que también señala una mejora significativa en la DMO, con un I^2 de 48%, indicando una moderada variabilidad entre los estudios.

El metaanálisis demostró que la actividad física tuvo un impacto positivo en la masa muscular de las mujeres posmenopáusicas. En la masa muscular total, la SMD fue de 0.50 (IC 95%: 0.35, 0.65), lo que indica un aumento significativo en la masa muscular total. El I^2 fue del 55%, lo que sugiere una heterogeneidad moderada a alta. Respecto a la fuerza muscular, la SMD fue de 0.55 (IC 95%: 0.40, 0.70), medida mediante dinamometría u otras pruebas de fuerza, reflejando una mejora notable en la fuerza muscular, con un I^2 del 50%, lo que indica una heterogeneidad moderada.

Con respecto a las variables moderadoras y su influencia en los resultados, especialmente al considerar la heterogeneidad moderada observada ($I^2 > 50\%$), se observa en primer lugar, el tipo de actividad física constituye una variable moderadora importante, ya que se analizaron diferentes modalidades de ejercicio, como ejercicios de resistencia, aeróbicos, de impacto bajo y alto, así como programas combinados. Cada uno de estos tipos de actividad puede afectar de forma distinta la DMO y la masa muscular, lo cual introduce variabilidad en los resultados. La frecuencia, duración e intensidad de las intervenciones también juegan un papel relevante. Los estudios incluidos en el análisis presentan variaciones en la duración total de la intervención (meses o años), en la frecuencia semanal de las sesiones y en la intensidad de los ejercicios (moderada, vigorosa). Estas diferencias impactan la magnitud del efecto de la actividad física, ya que la exposición al ejercicio de manera más prolongada o intensa podría tener un efecto distinto en comparación con programas de menor intensidad o duración.

La edad de las participantes es otro moderador clave. Las mujeres postmenopáusicas varían en edad, y esta diferencia influye en la respuesta al ejercicio, ya que las mujeres mayores, con una pérdida de masa ósea y muscular más avanzada, pueden beneficiarse en menor medida que las mujeres más jóvenes dentro del mismo rango postmenopáusico. Asimismo, el estado de salud basal de las participantes puede moderar los efectos de la actividad física. Factores como el índice de masa corporal, la presencia de comorbilidades preexistentes (p. ej., osteoporosis o sarcopenia) y el estado hormonal inicial (niveles residuales de estrógenos) son variables que influyen en la capacidad de respuesta del sistema musculoesquelético. Las mujeres con una

menor masa ósea y muscular en su línea basal podrían mostrar una respuesta diferente al ejercicio comparadas con aquellas en mejor estado inicial.

El uso de la TRH representa otra variable significativa, ya que algunas participantes pueden estar bajo este tratamiento, que impacta directamente en la salud ósea y muscular. La TRH puede interactuar con los efectos de la actividad física, modificando o potenciando los beneficios observados en la densidad ósea y la masa muscular. Además, la ingesta nutricional y la suplementación desempeñan un papel relevante. La adecuada ingesta de proteínas, calcio y vitamina D es crucial para la salud ósea y muscular, y puede amplificar los efectos del ejercicio. Esto representa un factor de confusión si no es controlado adecuadamente, ya que las mujeres que consumen estos nutrientes de forma suficiente pueden experimentar mejores resultados que aquellas con déficits nutricionales.

Finalmente, los métodos empleados para evaluar la DMO y la masa muscular también generan variabilidad. En los estudios incluidos se emplearon diversas técnicas para medir estos resultados (como absorciometría de rayos X dual -DXA- y ultrasonido), cada una con diferentes niveles de precisión y sensibilidad, lo cual puede afectar los resultados reportados. Estas variables no solo contribuyen a la heterogeneidad observada, sino que también revelan la complejidad inherente al análisis de los efectos de la actividad física en la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas. Identificar y ajustar estas variables moderadoras es esencial para obtener conclusiones precisas y clínicamente significativas.

Se realizaron análisis de subgrupos para explorar los posibles moderadores del efecto de la actividad física. En relación con el tipo de ejercicio, los ejercicios de resistencia mostraron una SMD de 0.60 (IC 95%: 0.45, 0.75) para la DMO de la columna lumbar, mientras que los ejercicios aeróbicos mostraron una SMD de 0.35 (IC 95%: 0.20, 0.50). Los ejercicios combinados, que incluían tanto resistencia como aeróbicos, mostraron la mayor mejora en la masa muscular, con una SMD de 0.70 (IC 95%: 0.55, 0.85). Con respecto a la duración de la intervención, las de corto plazo (<12 meses) mostraron una SMD de 0.40 (IC 95%: 0.25, 0.55) para la DMO en la cadera femoral, mientras que las intervenciones a largo plazo (12 meses o más) alcanzaron una SMD de 0.55 (IC 95%: 0.40, 0.70). Respecto a la frecuencia del ejercicio, una frecuencia baja (2-3 veces por semana) mostró una SMD de 0.35 (IC 95%: 0.20, 0.50) para la masa muscular total, mientras que una frecuencia alta (4-5 veces por semana) obtuvo una SMD de 0.60 (IC 95%: 0.45, 0.75) (tabla 2).

Tabla 2.
Análisis de los subgrupos y sus posibles moderadores del efecto de la actividad física

Moderador	Variable	Medida de resultado	SMD (IC 95%)
Tipo de ejercicio	Resistencia	DMO columna lumbar	0.60 (0.45, 0.75)
	Aeróbico	DMO columna lumbar	0.35 (0.20, 0.50)
		Masa muscular	0.70 (0.55, 0.85)
Duración de la intervención	Corto plazo (<12 meses)	DMO cadera femoral	0.40 (0.25, 0.55)
	Largo plazo (≥ 12 meses)	DMO cadera femoral	0.55 (0.40, 0.70)
Frecuencia de ejercicio	Baja (2 a 3 veces por semana)	Masa muscular total	0.35 (0.20, 0.50)
	Alta (4 a 5 veces por semana)	Masa muscular total	0.60 (0.45, 0.75)

Los resultados permiten visualizar cómo distintos factores moderadores afectan los resultados de la actividad física en la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas, indicando mejoras significativas según el tipo de ejercicio, la duración de la intervención y la frecuencia semanal del ejercicio.

Se llevaron a cabo análisis de sensibilidad para comprobar la solidez de los resultados al excluir estudios con alto riesgo de sesgo. En el análisis de sensibilidad, se identificaron varios factores que pueden estar contribuyendo a la variabilidad entre los estudios y que, si se consideran adecuadamente, mejorarían la interpretación de los resultados. Uno de los principales factores es la calidad metodológica y el diseño de los estudios. Las diferencias en el rigor de la metodología, como el tamaño de la muestra, el tipo de diseño (ya sea aleatorizado o cuasiexperimental) y el grado de cegamiento, afectan la confiabilidad de los resultados. Estudios con mayor rigor metodológico tienden a ofrecer estimaciones más precisas, por lo que excluir estudios de menor calidad permite evaluar la solidez de los efectos observados.

Las características de las participantes también influyen en la variabilidad. Factores como la edad, el estado de salud inicial (presencia de osteoporosis o sarcopenia) y el uso de TRH pueden modificar la respuesta al ejercicio. Realizar análisis por subgrupos basados en estas características ayuda a esclarecer en qué poblaciones los beneficios del ejercicio son más consistentes y significativos. La duración de las intervenciones y la adherencia al programa de ejercicio también son factores determinantes. Los estudios con intervenciones prolongadas y alta adherencia muestran generalmente efectos más marcados. En cambio, programas más cortos o con baja adherencia pueden subestimar los beneficios del ejercicio. Considerar estos factores en el análisis de sensibilidad permite comprender mejor el impacto del ejercicio en los resultados.

El tipo de ejercicio y su frecuencia también aportan variabilidad. Diferentes modalidades de ejercicio, como el de resistencia, aeróbico o combinado, así como la frecuencia semanal (baja o alta), afectan de manera distinta la DMO y la masa muscular. Al ajustar el análisis según estas variables, se puede observar en mayor detalle cómo distintos regímenes de ejercicio impactan la salud musculoesquelética. Además, los métodos utilizados para medir la DMO y la masa muscular pueden influir en los resultados. Las técnicas como DXA, ultrasonido o tomografía tienen diferentes niveles de precisión, lo que genera variabilidad en las mediciones reportadas. Excluir estudios con métodos de evaluación inconsistentes o realizar análisis separados basados en el método de evaluación ayuda a mejorar la comparabilidad y confiabilidad de los hallazgos.

Otro aspecto relevante es el contexto nutricional y la suplementación. La ingesta de nutrientes como calcio, proteínas y vitamina D puede potenciar los beneficios del ejercicio en la salud ósea y muscular. Los estudios que no controlan adecuadamente la ingesta de estos nutrientes pueden

introducir variabilidad en los resultados. Realizar un análisis que considere los estudios que reportan o controlan la suplementación mejora la precisión de las conclusiones. Finalmente, el sesgo de publicación, o la tendencia a reportar solo los resultados positivos, también influye en la variabilidad de los resultados globales. Los estudios que publican únicamente hallazgos significativos pueden distorsionar la interpretación de los efectos reales del ejercicio. Considerar este sesgo en el análisis de sensibilidad, así como evaluar la influencia de los estudios con resultados no significativos, proporciona una visión más equilibrada de los beneficios de la actividad física en esta población.

Discusión

Al evaluar el impacto de la actividad física en la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas, se encontró que la actividad física regular tiene un efecto positivo significativo en la DMO y la masa muscular (Salazar et al., 2023). Los ejercicios de resistencia y los ejercicios combinados (resistencia y aeróbicos) demostraron ser especialmente efectivos. Los resultados concuerdan con los estudios llevados a cabo por Chabbert-Buffet et al. (2023) en donde menciona que la actividad física puede desempeñar un papel crucial en la prevención de la osteoporosis y la sarcopenia en mujeres postmenopáusicas.

Los hallazgos son consistentes con estudios previos como los de González et al. (2020), Rivas-Meléndez & Padilla-Del (2024) y Escamilla et al. (2022), que han demostrado los beneficios de la actividad física en la salud ósea y muscular. Por ejemplo, estudios anteriores como el de Navarro et al. (2020) y Mohammad et al. (2020), han indicado que los ejercicios de resistencia y los ejercicios de alto impacto son eficaces para aumentar la DMO en la columna lumbar y la cadera femoral. Además, la mejora en la masa muscular y la fuerza observada se alinea con investigaciones que destacan la importancia del entrenamiento de resistencia para prevenir la sarcopenia.

Los beneficios de la actividad física en la DMO pueden explicarse por varios mecanismos fisiológicos. El ejercicio de resistencia y el impacto mecánico generan una carga sobre el hueso que estimula la actividad de los osteoblastos, células responsables de la formación ósea. Este estímulo mecánico es esencial para mantener y aumentar la DMO, especialmente en áreas como la columna lumbar y la cadera femoral, que son particularmente vulnerables a la pérdida ósea durante la menopausia (Little-Letsinger et al., 2022).

En cuanto a la masa muscular, el ejercicio de resistencia promueve la hipertrofia muscular y la mejora de la fuerza mediante el aumento de la síntesis de proteínas musculares y la activación de vías de señalización anabólicas, como la mammalian target of rapamycin (Wang & Eisen, 2022). Estos efectos contribuyen a la mejora de la masa y la fuerza muscular, reduciendo así el riesgo de sarcopenia. Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones clínicas, como la inclusión de programas de ejercicio en las

recomendaciones de salud pública y en las pautas clínicas para mujeres postmenopáusicas puede ser una estrategia eficaz para reducir el riesgo de osteoporosis y sarcopenia (Rivas-Meléndez & Padilla-Del, 2024). Los profesionales de la salud deben fomentar la participación en ejercicios de resistencia y actividades de alto impacto adaptadas a la capacidad y condiciones individuales de cada mujer (Villarreal et al., 2022). Además, es importante considerar la duración y la frecuencia del ejercicio para de esta manera se pueda maximizar los beneficios, como se observa en los análisis de subgrupos de este estudio.

Conclusiones

Este metaanálisis proporciona evidencia robusta de que la actividad física regular tiene efectos positivos significativos en la DMO y la masa muscular en mujeres postmenopáusicas, ya que el tipo de ejercicio afecta de manera distinta la DMO y la masa muscular, y la duración prolongada maximiza los beneficios observados. Por ello, para optimizar los efectos del ejercicio en mujeres postmenopáusicas, se recomienda una combinación de modalidades de ejercicio y una duración suficiente para obtener resultados más sólidos y sostenibles. Los principales hallazgos y conclusiones de este estudio se resumen a continuación:

En primer término, la actividad física, especialmente los ejercicios de resistencia y de alto impacto, mejora significativamente la DMO de la columna lumbar y la cadera femoral. Estos ejercicios son efectivos para estimular la formación ósea y prevenir la pérdida de masa ósea, reduciendo así el riesgo de osteoporosis. La actividad física también tiene un efecto positivo en la masa y fuerza muscular. Los ejercicios de resistencia son particularmente beneficiosos para aumentar la masa muscular total y la fuerza, lo que ayuda a prevenir la sarcopenia y mejorar la funcionalidad física.

Para maximizar la salud ósea en mujeres postmenopáusicas, los programas de ejercicio deben centrarse en el entrenamiento de resistencia con una frecuencia de al menos tres veces por semana, como lo sugieren los estudios incluidos en este análisis. Estos hallazgos apoyan la inclusión de programas de ejercicio en las recomendaciones clínicas y de salud pública para mujeres postmenopáusicas. La promoción de la actividad física puede ser una estrategia preventiva clave para reducir el riesgo de osteoporosis y sarcopenia, mejorando así la calidad de vida y reduciendo la morbilidad asociada a estas condiciones.

Aunque los resultados son positivos, se observó una heterogeneidad moderada a alta entre los estudios incluidos, lo que indica variabilidad en los métodos y resultados. Esto sugiere la necesidad de estandarizar las intervenciones y medidas de resultado en futuros estudios para mejorar la comparabilidad y generalización de los hallazgos.

La mayoría de los estudios incluidos fueron de corta a mediana duración. Para evaluar los efectos sostenidos de la actividad física en la salud ósea y muscular, es necesario realizar estudios longitudinales a largo plazo. Además, futuras

investigaciones deberían explorar los mecanismos moleculares y celulares subyacentes a los beneficios observados.

Las intervenciones de actividad física deben ser personalizadas y adaptadas a las capacidades y condiciones individuales de cada mujer. La frecuencia, duración e intensidad del ejercicio deben ajustarse para maximizar los beneficios y minimizar el riesgo de lesiones.

La actividad física regular es una intervención efectiva y no farmacológica para mejorar la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas. Los profesionales de la salud deben promover la actividad física como una estrategia preventiva esencial, incorporando programas de ejercicio en las pautas clínicas para reducir el riesgo de osteoporosis y sarcopenia y mejorar la calidad de vida en esta población. Este estudio subraya la importancia de continuar investigando y desarrollando intervenciones basadas en la evidencia para abordar los desafíos de salud asociados con la menopausia.

Recomendaciones

Para profesionales de la salud, estos deben promover activamente la actividad física regular entre las mujeres postmenopáusicas. Se deben enfatizar los beneficios de los ejercicios de resistencia y de alto impacto para mejorar la DMO y la masa muscular. También es fundamental personalizar los programas de ejercicio según las capacidades y condiciones individuales de cada mujer. Se debe considerar la salud general, las limitaciones físicas, y las preferencias personales al diseñar los regímenes de ejercicio.

Se recomienda que las mujeres postmenopáusicas participen en actividades físicas de moderada a alta intensidad al menos 3-5 veces por semana. Cada sesión de ejercicio debe durar entre 30 y 60 minutos para obtener beneficios óptimos. Los programas de ejercicio deben incluir ejercicios de resistencia, como levantamiento de pesas o el uso de bandas elásticas, al menos dos veces por semana. Estos ejercicios son cruciales para aumentar la masa muscular y mejorar la fuerza.

Siempre que sea seguro y apropiado, se deben incluir ejercicios de alto impacto como el trote, saltos, o ejercicios pliométricos para estimular la formación ósea y mejorar la DMO. Los profesionales deben educar a las mujeres postmenopáusicas sobre la importancia de la actividad física y proporcionar orientación sobre la técnica adecuada para evitar lesiones. Además, se debe monitorear el progreso y ajustar los programas según sea necesario.

Para las mujeres postmenopáusicas, es esencial comprometerse a una rutina regular de actividad física para mantener y mejorar la salud ósea y muscular. La consistencia es clave para obtener beneficios a largo plazo. Se debe incorporar una variedad de ejercicios en la rutina para trabajar diferentes grupos musculares y mantener el interés y la motivación. Combinar ejercicios de resistencia, aeróbicos y de alto impacto.

Realizar chequeos médicos regulares para monitorear la salud ósea y muscular, y consultar con profesionales de la

salud antes de iniciar cualquier programa de ejercicio, especialmente si se tienen condiciones de salud preexistentes. Acompañar la actividad física con una dieta equilibrada y rica en nutrientes esenciales como calcio y vitamina D, que son cruciales para la salud ósea. Consultar con un nutricionista para obtener recomendaciones personalizadas.

Priorizar la seguridad durante el ejercicio, utilizando el equipo adecuado y asegurándose de realizar los ejercicios con la técnica correcta. Considerar la posibilidad de trabajar con un entrenador personal o fisioterapeuta.

Para investigadores es imperante realizar estudios longitudinales a largo plazo para evaluar los efectos sostenidos de la actividad física en la salud ósea y muscular en mujeres postmenopáusicas, también ensayos controlados aleatorios que midan variables adicionales como la composición corporal o la fuerza muscular en más detalle. Se deben estandarizar las intervenciones y las medidas de resultado en los estudios para mejorar la comparabilidad y la generalización de los hallazgos. Así como explorar los mecanismos moleculares y celulares subyacentes a los beneficios de la actividad física para identificar nuevas estrategias terapéuticas. Y por último incluir una muestra diversa en términos de etnia, hábitos dietéticos, nivel socioeconómico y otras variables demográficas para asegurar que los hallazgos sean aplicables a una población más amplia.

Referencias

- Aboarrage-Junior, A. M., Rodrigues-Scartoni, F., Fernandes-Machado, A., Sales-Bocalini, D., & Giovanetti Yazigi, F. (2024). Efecto del programa acuático sobre la fuerza y los indicadores de sarcopenia en ancianos (Effect of the Aquatic Program on Strength and Indicators of Sarcopenia in Elderly). *Retos*, 56, 31–39. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.103882>
- Bocchi, J. B., Yani, D., da Silveira, J., Boing, L., Huyer da Roza, T., & Coutinho de Azevedo Guimarães, A. (2024). Danza Jazz en la menopausia: estudio de protocolo para un ensayo clínico aleatorizado (Jazz Dance in menopause: protocol study for a randomized clinical trial). *Retos*, 54, 372–380. <https://doi.org/10.47197/retos.v54.102027>
- Borba-Pinheiro, C. J., Gama-Linhares, D., Lima dos Santos, L., Pereira-Salustiano, G. C., Almeida de Figueiredo, N., Jofré-Saldía, E., Oliveira-Barros dos Santos, A., Brandão-Pinto de Castro, J., & Gomes de Souza-Vale, R. (2024). Prescripción de ejercicio físico para mujeres posmenopáusicas con osteopenia u osteoporosis basada en una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados (Prescription of physical exercise for postmenopausal women with osteopenia or osteoporosis based on a systematic review of randomized clinical trials). *Retos*, 52, 647–656. <https://doi.org/10.47197/retos.v52.102439>
- Castro-Gamboa, A., Chaves-Castillo, M., González-González, E., Arce-Corrales, L. P., & Solís-Barquero, S. M. (2022). Factores de riesgo y prevalencia de osteopenia y osteoporosis en mujeres posmenopáusicas diagnosticadas por densitometría ósea. *Acta Médica Costarricense*, 64 (1), 44-51. <https://dx.doi.org/10.51481/amc.v64i1.1217>
- Chabbert-Buffet, N., Trémollières, F., Plu-Bureau, G., Rousset-Jablonski, C., Lecerf, J. M., Duclos, M., ... & Graesslin, O. (2023). Menopausia. *EMC-Ginecología-Obstetricia*, 59(3), 1-13. [https://doi.org/10.1016/S1283-081X\(23\)47976-3](https://doi.org/10.1016/S1283-081X(23)47976-3)
- Escamilla, M. F., Ariza, J. A., Cruz, N. del S., & Ramírez, E. (2022). Efecto del tratamiento no farmacológico en adultos mayores con sarcopenia. *Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo*, 10(20), 188-196. <https://doi.org/10.29057/icsa.v10i20.8703>
- García, A. D., Rodríguez, J. M., López, J. P., Burgos, E. C., Solorzano, S. C., de Olivar, M. Z., ... & Aracil, X. S. (2023). ¿Por qué los pacientes con derivaciones urinarias tienen un mayor riesgo de fractura ósea? Revisión sistemática sobre los factores de riesgo de osteoporosis y pérdida de densidad mineral ósea en este grupo de pacientes. *Actas Urológicas Españolas*. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2023.11.007>
- González, W., Polanco, D., Ramírez, J., Vargas, K., & Vargas, A. (2020). Osteoporosis: Riesgo aumentado de fracturas. *Revista Ciencia Y Salud Integrando Conocimientos*, 4(6), Pág. 30–35. <https://doi.org/10.34192/cienciaysalud.v4i6.225>
- Hernández-Hernández, D. I., Hernández-Saldívar, M. G., Hernández-Valencia, M., Taracena-Priego, C., Arrañaga-Macias, A., Camacho-Méndez, K., Rosas-Luna, M., Ruíz-Albarrán, M., Vázquez-Martínez, A. L., Vega-García, S., Álvarez-Zúñiga, I., & Saucedo-García, R. P. (2021). Modificación de la composición corporal con la terapia hormonal parenteral y oral en la menopausia. *Perinatología y reproducción humana*, 35(2), 45-50. Epub 06 de mayo de 2022. <https://doi.org/10.24875/per.19000078>
- Kemmler, W., Shojaa, M., Kohl, M., & Von Stengel, S. (2020). Effects of Different Types of Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Systematic Review and Meta-analysis. *Calcified tissue international*, 107(5), 409–439. <https://doi.org/10.1007/s00223-020-00744-w>
- Lerena, V. S., Coronello, E. C., Torres Barrón, I. C., Lucas, S. P., & Diaz, A. G. (2024). Sarcopenia: ¿Es posible un diagnóstico clínico? [Sarcopenia: is a clinical diagnosis possible?]. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Cordoba, Argentina)*, 81(1), 83–95. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v81.n1.42334>
- Little-Letsinger, S. E., Rubin, J., Diekman, B., Rubin, C. T., McGrath, C., Pagnotti, G. M., ... & Styner, M. (2022). Ejercicio para reparar la diafonía del tejido envejecido en el hueso dirigido a la osteoporosis y la osteoartritis. *En Seminarios de biología celular y del desarrollo*, (Vol. 123, págs. 22-35). <https://doi.org/10.1016/j.semcedb.2021.08.011>
- Martínez-Díaz-Guerra, G., Hawkins Carranza, F., & Librizzi, S. (2024). Socioeconomic status, osteoporosis and fragility fractures. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2024.08.007>
- Martino, M., & Rinesi, L. (2023). Osteoporosis en mujeres de edad avanzada. *Salud(i)Ciencia*, 25(6), 340. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-89902023000300340&lng=es&tln=es
- Medina, V. T., Cruz, J. V., Muñoz, O. M., & Martín-Moya, R. (2023). Beneficios de la actividad sobre los síntomas de la menopausia. Revisión sistemática. *Journal of Sport and Health Research*, 15(Supl. 1). <https://doi.org/10.58727/jshr.102347>
- Miranda, K. A., Gouveia, É. R., Gouveia, B., Marques, A., Campos, P., Tinôco, A., Jurema, J., Kliegel, M., & Ihle, A. (2022). La sarcopenia y la actividad física predicen caídas en adultos mayores de Amazonas, Brasil (Sarcopenia and Physical Activity Predict Falls in Older Adults from Amazonas, Brazil): Sarcopenia and Physical Activity Predict Falls in

- Older Adults from Amazonas, Brazil. *Retos*, 43, 215–222. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.88526>
- Mohammad, G. R., Smart, N. A., Liang, M. T., Bijeh, N., Albanaqi, A. L., Fathi, M., ... & Mohammad, N. (2020). El impacto de diferentes modos de entrenamiento físico sobre la densidad mineral ósea en mujeres posmenopáusicas mayores: una revisión sistemática y una investigación de metanálisis. *Tejido calcificado internacional*, 106, 577-590. <https://doi.org/10.1007/s00223-020-00671-w>
- Navarro, D. A., Prado, C., & Manzano, B. R. (2020). Osteosarcopenia: del envejecimiento de la unidad óseo-muscular a la enfermedad. *Revista Cubana de Reumatología*, 22(Supl. 1), . Epub 15 de mayo de 2021. Recuperado en 20 de junio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-59962020000400006&lng=es&tln=es.
- Ramírez, L. A., & Gutiérrez, E. C. (2021). Asociación entre el porcentaje de grasa corporal y obesidad sarcopénica en adultos mayores: comparación de impedanciometría y absorciometría de rayos X de energía dual. *Universidad científica del sur*. <https://doi.org/10.21142/tl.2021.1638>
- Rebolledo-Cobos, R. C., Amador-Rodero, E., Yepes-Charris, Y., Pulido, T., Montealegre, L., Becerra Enriquez, J., & Sarmiento-Rubiano, L. A. (2023). Respuesta aguda en la glucemia y lipemia posprandial posterior a entrenamiento de fuerza y concurrente en mujeres posmenopáusicas con sobrepeso (Acute response in glycemia and lipemia postprandial after resistance and concurrent training in overweight postmenopausal women). *Retos*, 47, 119–125. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.94874>
- Rivas-Meléndez, R., Padilla-del Castillo, K. N. (2024). Prevalencia de fracturas por fragilidad en pacientes con osteoporosis mayores de 50 años del Hospital Civil de Guadalajara “Fray Antonio Alcalde”. *Salud Jalisco*. 11 (3): 134-138. <https://dx.doi.org/10.35366/115746>
- Salazar, J. A., León, F. R., Berríos, L., Lorca, L. A., Ibañez, G. E., & Leao, I. (2023). Efectividad de los ejercicios hipopresivos en la reducción de síntomas de incontinencia urinaria y mejora de calidad de vida en mujeres menopáusicas: una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados (Effectiveness of hypopressive exercises in reducing urinary incontinence symptoms and improving quality of life in menopausal women: a systematic review of randomized clinical trials). *Retos*, 47, 920–925. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.96081>
- Sánchez, A., & Noriega, A. (2023). Actividad física, nutrición y suplementación durante la menopausia y el climaterio. *CiN-TeB Ciencia Nutrición Terapéutica Bioética*, 3(6), 12. Recuperado a partir de <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/cin-teb/article/view/1468>
- Sánchez-Prieto, M., Domínguez-Osorio, N. A., Morillo-Sallent, E., Platón-Galofré, C. López-Sanclemente, M., & Sánchez-Borrego, R. (2023). La relación entre la transición a la menopausia y los trastornos del estado de ánimo. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 88(6), 382-388. <https://dx.doi.org/10.24875/rechog.23000106>
- Serrano, P. (2022). Expresión diferencial de receptores de estrógenos en diferentes tejidos de un modelo murino de menopausia experimental. *Universitat Politècnica de València*. <http://hdl.handle.net/10251/183969>
- Tagliafico, A. S., Bignotti, B., Torri, L., & Rossi, F. (2022). Sarcopenia: cómo medirla, cuándo y por qué. *La radiología médica*, 127 (3), 228-237. <https://doi.org/10.1007/s11547-022-01450-3>
- Villarreal, A. del C., Bañuelos, L. E., Enríquez, M. C., & Medina, R. E. (2022). Actividad física, comportamientos sedentarios y sintomatología menopáusica en mujeres del noreste de México. *Revista De Ciencias Del Ejercicio FOD*, 17(2), 1–9. <https://doi.org/10.29105/rcefod17.2-61>
- Wang, D., Eisen, H. J. (2021). Objetivo mecanicista de los inhibidores de rapamicina (mTOR). En: Eisen, HJ (eds) *Farmacología de la inmunosupresión. Manual de farmacología experimental*, vol 272. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/164_2021_553

Datos de los/as autores/as:

Karla Juanita Montes Mata
 Juan Francisco Aguirre Chávez
 Leticia Irene Franco Gallegos
 Guadalupe Simanga Ivett Robles Hernández

kmontes@uach.mx
 jaguirre@uach.mx
 lfranco@uach.mx
 rgobles@uach.mx

Autor/a
 Autor/a
 Autor/a
 Autor/a