



Un vistazo al pasado, presente y futuro de la Osteoporosis. Departamento Metabolismo Fosfo-Cálcico FASEN.

La osteoporosis y su creciente impacto global

La osteoporosis es una enfermedad esquelética que se caracteriza por una baja densidad mineral ósea y el deterioro de la microarquitectura ósea, lo que aumenta la fragilidad ósea y el riesgo de fracturas (1). Esta enfermedad, aunque comúnmente asociada con el envejecimiento, afecta a millones de personas, y por causas secundarias puede no limitarse exclusivamente al envejecimiento. Con el aumento de la expectativa de vida, la incidencia de fracturas por fragilidad ha incrementado notablemente en el último siglo, y se prevé que el número de personas con osteoporosis aumentará considerablemente en las próximas décadas. Esta situación anticipa un incremento en la carga social y económica, así como una crisis de fracturas que podría poner en riesgo los sistemas de salud (2).

Aunque la osteoporosis afecta a ambos sexos, su prevalencia es mayor en mujeres debido a los cambios hormonales que se experimentan durante y después de la menopausia. El aumento de la expectativa de vida entre 30 y 40 años adicionales después de la menopausia, aumenta el periodo de pérdida ósea progresiva y, con ello, el riesgo de fracturas. Por ende, llegar a esta etapa de la vida con una masa ósea adecuada es crucial, y es necesario recordar que la masa ósea alcanza su pico máximo alrededor de los 30 años y comienza a disminuir gradualmente a partir de esa edad (figura 1) (3).

Además de factores genéticos, ambientales y hormonales, existen otros factores de riesgo para osteoporosis y fractura, que incluyen a la obesidad, la diabetes, el uso de medicamentos que afectan la masa ósea (como los corticosteroides), el sedentarismo y algunos autores actualmente proponen factores ambientales como la contaminación. Estos contribuyen a la pérdida ósea y aumentan el riesgo de fracturas (2,4).

La osteoporosis a lo largo de la historia

A pesar de su relevancia actual, la osteoporosis no es una enfermedad moderna. Paleopatólogos han identificado signos de osteoporosis en esqueletos de mujeres egipcias de hace más de 4.000 años, con evidencia de porosidad ósea similar a las características de la osteoporosis moderna. Estos hallazgos sugieren que la osteoporosis ha estado presente en la humanidad desde hace milenios y que ha afectado a las poblaciones de diversas maneras a lo largo de la historia (5).

El término “osteoporosis” fue acuñado en el siglo XIX, específicamente en 1824, derivado del griego para describir la porosidad de los huesos. No fue sino hasta la década de 1940



que se estableció una conexión entre la menopausia y la pérdida acelerada de masa ósea, lo que llevó a reconocer la osteoporosis posmenopáusica como una forma específica de la enfermedad. En 1965, la Organización Mundial de la Salud (OMS) clasificó la osteoporosis como una condición relevante a nivel mundial y, en la década de 1980, se desarrolló la absorciometría de rayos X (DXA), que se convirtió en el método estándar para medir la densidad ósea y diagnosticar osteoporosis. En 1994, la OMS estableció los primeros criterios específicos basados en la densidad mineral ósea para diagnosticar osteoporosis (2,6).

Desafíos y avances en el manejo actual de la osteoporosis. Presente.

En la actualidad, el diagnóstico de osteoporosis se realiza principalmente mediante DXA, que mide la densidad mineral ósea y define la osteoporosis cuando el T-score es inferior a -2.5. Sin embargo, este enfoque presenta limitaciones importantes, ya que un número significativo de fracturas ocurre en pacientes con puntuaciones T dentro del rango osteopénico o incluso normal. Para abordar esta problemática, se han desarrollado herramientas como el FRAX, que incorpora factores de riesgo clínicos para estimar el riesgo absoluto de fractura (7).

A pesar de los beneficios del FRAX, este presenta limitaciones notables ya que no tiene en cuenta la fuerza ósea, además de otros factores que también son cruciales para determinar el riesgo de fractura. El puntaje de hueso trabecular (TBS), un complemento de la DXA, ofrece una mejor estimación del riesgo al evaluar la microarquitectura trabecular. Pero también se están contando con otras tecnologías avanzadas como la espectrometría multispectral de radiofrecuencia (REMS) y la tomografía computarizada de alta resolución (HRpQCT) , 3D-DXA que proporcionan información detallada sobre la calidad ósea, aunque su uso clínico es limitado por los costos y la disponibilidad (2,8).

El desarrollo de tratamientos farmacológicos, avalados en sus estudios pivotaes a lo largo de estas últimas décadas (figura 2), como los Bifosfonatos, Teriparatide, el Denosumab y Romosozumab han ofrecido nuevas opciones terapéuticas para reducir la tasa de pérdida ósea y el riesgo de fracturas. A pesar de estos avances, no contamos con ningún tratamiento que anule el riesgo de fractura, y la prevención de fracturas sigue siendo un desafío, especialmente considerando el envejecimiento global de la población.

Por ende, se manifiesta como una buena estrategia estimular a los servicios de detección de fractura, actualmente funcionando en Argentina y el resto del mundo, debido a que juegan un rol fundamental en la prevención de fracturas, siendo necesario su enlace a gran escala, lo que además de ayudar a prevenir fracturas adicionales en pacientes de alto riesgo, podrá integrar datos y optimizar tratamientos (9).



El futuro de la osteoporosis: ¿Hacia un enfoque personalizado con inteligencia artificial?

El futuro del manejo de la osteoporosis podría estar marcado por la integración de la inteligencia artificial (IA) y el Big data, que prometen transformar la medicina de precisión. Las herramientas de IA permiten analizar grandes volúmenes de datos y detectar patrones ocultos que pueden no ser evidentes para el ojo humano, mejorando la precisión tanto en el diagnóstico como en el manejo de la osteoporosis (Figura 3). Los algoritmos de IA han mostrado, en algunos casos, un rendimiento comparable o superior al de los expertos médicos en la interpretación de imágenes y la predicción de fracturas (10).

Además, la IA tiene el potencial de personalizar los tratamientos al identificar subgrupos de pacientes con distintos perfiles de riesgo, ofreciendo un enfoque más adaptado a las necesidades individuales de cada paciente. Esto podría revolucionar el tratamiento de la osteoporosis al proporcionar terapias más específicas basadas en el análisis de factores de riesgo relacionados con el estilo de vida, comorbilidades y genética (10).

No obstante, la implementación de la IA enfrenta desafíos, como la falta de consenso en los estándares de referencia y variables clínicas necesarias para entrenar estos sistemas, así como la necesidad de un marco de “mejores prácticas” que esté respaldado por la comunidad científica. A medida que estas tecnologías avanzan, la IA tiene el potencial de mejorar la predicción del riesgo de fracturas, optimizar los tratamientos y hacer que la atención de la osteoporosis sea más eficiente y personalizada (11).

Comentarios Finales.

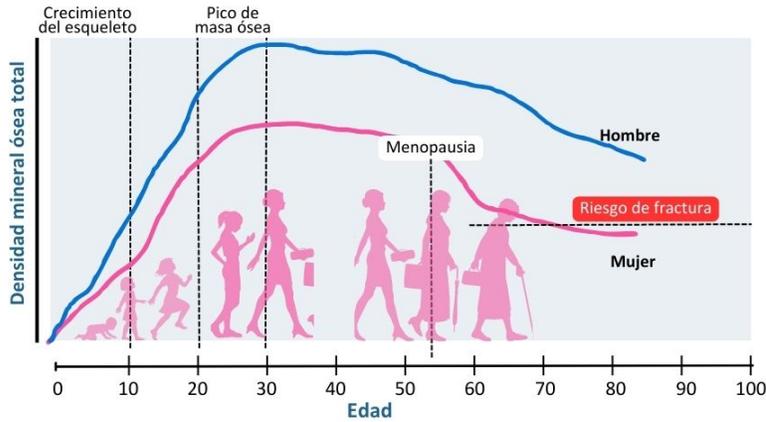
El manejo de la osteoporosis ha recorrido un largo camino desde sus primeros días hasta el desarrollo de tecnologías avanzadas y herramientas de IA propuestas en la actualidad. A medida que se exploran nuevas fronteras en el diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad, se espera que el futuro traiga avances significativos que permitan una mejor comprensión y manejo de la osteoporosis. La integración de tecnologías emergentes y un enfoque centrado en el paciente tienen el potencial de cambiar el paradigma de cómo se previene y trata esta enfermedad debilitante, mejorando la calidad de vida de millones de personas en todo el mundo.

Figura 1



FASEN
FEDERACIÓN ARGENTINA DE SOCIEDADES DE ENDOCRINOLOGÍA

DÍA MUNDIAL DE LA OSTEOPOROSIS.



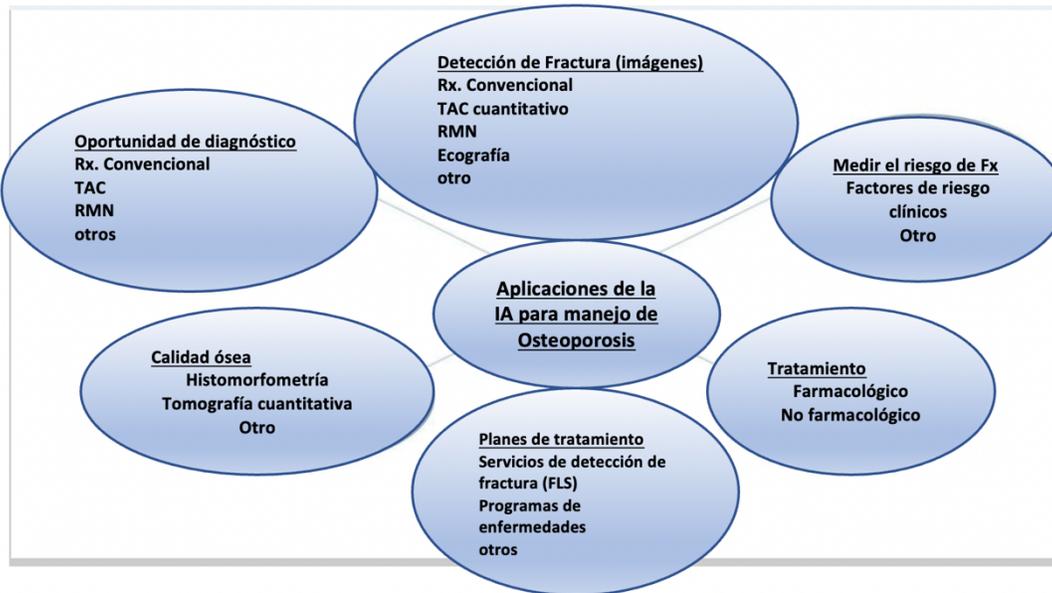
Adaptado de open staxt college

Figura 2

Bifosfonatos	<ul style="list-style-type: none"> 2000: FIT. Reducción del riesgo de fractura con alendronato. FLEX. Efectos de continuar o parar alendronato después de 5 años 2006: VERT. Estudio randomizado de los efectos del risedronato sobre Fx. vertebrales en mujeres 2007: Ácido zoledrónico anual para tratamiento de Osteoporosis en mujeres postmenopáusicas
Inhibidor RANK ligando	<ul style="list-style-type: none"> 2009: Cummings: Denosumab para prevención de fracturas en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis. FREEDOM 2017: FREEDOM Extension
Moduladores selectivos del receptor de estrógeno	<ul style="list-style-type: none"> 1999: MORE. Reducción de riesgo de fractura con alendronato
Análogos de hormona paratiroidea	<ul style="list-style-type: none"> 2001: NEER. Efecto de la hormona paratiroidea sobre fracturas y densidad mineral 2016: Miller: Efecto del Abaloparatide vs placebo en nuevas Fx vertebrales en postmenopáusicas
Inhibidor de la esclerostina	<ul style="list-style-type: none"> 2018: FRAME. Romosozumab
Año	1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019

Adaptado de Ayub N (3)

Figura 3



Adaptado de Dimai HP.(10)

REFERENCIAS

1. World Health Organization. WHO Scientific Group on the assessment of osteoporosis at primary health care level [Interent]. Geneva: WHO; 2007 [cited 2013 July 23]
2. Adami G, Fassio A, Gatti D, Viapiana O, Benini C, Danila MI, Saag KG, Rossini M. Osteoporosis in 10 years time: a glimpse into the future of osteoporosis. *Ther Adv Musculoskelet Dis.* 2022 Mar 20;14:1759720X221083541. doi: 10.1177/1759720X221083541. PMID: 35342458; PMCID: PMC8941690.
3. Ayub N, Faraj M, Ghatan S, Reijers JAA, Napoli N, Oei L. The Treatment Gap in Osteoporosis. *J Clin Med.* 2021 Jul 5;10(13):3002. doi: 10.3390/jcm10133002. PMID: 34279485; PMCID: PMC8268346.
4. Adami G, Cattani G, Rossini M, Viapiana O, Olivi P, Orsolini G, Bertoldo E, Fracassi E, Gatti D, Fassio A. Association between exposure to fine particulate matter and osteoporosis: a population-based cohort study. *Osteoporos Int.* 2022



- Jan;33(1):169-176. doi: 10.1007/s00198-021-06060-9. Epub 2021 Jul 15. PMID: 34268604; PMCID: PMC8758604.
5. Stride PJ, Patel N, Kingston D. The history of osteoporosis: why do Egyptian mummies have porotic bones?. *J R Coll Physicians Edinb* 2013; 43:254–61. <http://dx.doi.org/10.4997/JRCPE.2013.31>
 6. Kanis JA, Melton LJ 3rd, Christiansen C, Johnston CC, Khaltsev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 1994 Aug;9(8):1137-41. doi: 10.1002/jbmr.5650090802. PMID: 7976495.
 7. Siris ES, Adler R, Bilezikian J, Bolognese M, Dawson-Hughes B, Favus MJ, Harris ST, Jan de Beur SM, Khosla S, Lane NE, Lindsay R, Nana AD, Orwoll ES, Saag K, Silverman S, Watts NB. The clinical diagnosis of osteoporosis: a position statement from the National Bone Health Alliance Working Group. *Osteoporos Int.* 2014 May;25(5):1439-43. doi: 10.1007/s00198-014-2655-z. Epub 2014 Feb 28. PMID: 24577348; PMCID: PMC3988515.
 8. Adami G, Arioli G, Bianchi G, Brandi ML, Caffarelli C, Cianferotti L, Gatti D, Girasole G, Gonnelli S, Manfredini M, Muratore M, Quarta E, Quarta L. Radiofrequency echographic multi spectrometry for the prediction of incident fragility fractures: A 5-year follow-up study. *Bone.* 2020 May;134:115297. doi: 10.1016/j.bone.2020.115297. Epub 2020 Feb 21. PMID: 32092480.
 9. <https://www.osteoporosis.foundation/capture-fracture-es>
 10. Dimai HP. New Horizons: Artificial Intelligence Tools for Managing Osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2023 Mar 10;108(4):775-783. doi: 10.1210/clinem/dgac702. PMID: 36477337; PMCID: PMC9999362.
 11. Gao L, Jiao T, Feng Q, Wang W. Application of artificial intelligence in diagnosis of osteoporosis using medical images: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2021 Jul;32(7):1279-1286. doi: 10.1007/s00198-021-05887-6. Epub 2021 Feb 27. PMID: 33640997.