

# 1. Ejercicio físico y nutrición, dos claves para la osteoporosis

**Liliana Esther Campi**

Especialista en Psicoterapia de Orientación Centrada en la Persona.

## RESUMEN

La osteoporosis es una patología que deteriora el sistema esquelético, predisponiendo a su ruptura. En la actualidad debido al aumento del envejecimiento que presenta la ciudadanía global que es que es la principal causa que deja al descubierto esta afección que aunque afecta a ambos sexos, las mujeres son las que más la padecen. Las secuelas que desencadena la osteoporosis provocan serios problemas del paciente y su entorno familiar y vida social.

Esta enfermedad es llamada enfermedad silente, ya que es asintomática durante su evolución, hasta su detección, cuando el paciente consulta debido a dolor intenso óseo o articular, o peor aún por fractura de algún hueso de la economía, siendo las más afectadas columna, cadera y antebrazo. De allí la relevancia de detectar de forma temprana e individualizadas, los factores de riesgo de cada paciente, para asegurar un diagnóstico temprano de esta patología, y de esta forma poner en marcha los mecanismos de cambio de hábitos y conducta. Dentro de estos cambios se debe hacer hincapié en la importancia de realizar ejercicio físico de forma continua y sostenida; además de insistir en realizar una nutrición equilibrada y natural en base a la edad, para lograr el objetivo de mantener una vejez saludable, autónoma y libre de fracturas osteoporóticas.

**Palabras clave:** Osteoporosis, epidemiología, tipos, diagnóstico, prevención.

## ABSTRACT

*Osteoporosis is a pathology that deteriorates the skeletal system, predisposing to its rupture. At present, due to the increase in aging presented by global citizenship, which is the main cause that exposes this condition that, although it affects both sexes, women are the ones who suffer the most. The sequelae triggered by osteoporosis cause serious problems for the patient and their family environment and social life.*

*This disease is called silent disease, since it is asymptomatic during its evolution, until its detection, when the patient consults due to intense bone or joint pain, or worse still due to a fracture of a bone in the economy, the most affected being spine, hip and forearm. Hence the relevance of early and individualized detection of the risk factors of each patient, to ensure*

*an early diagnosis of this pathology, and in this way start the mechanisms for changing habits and behavior. Within these changes, emphasis should be placed on the importance of continuous and sustained physical exercise; In addition to insisting on balanced and natural nutrition based on age, to achieve the goal of maintaining healthy, autonomous old age and free of osteoporotic fractures.*

**Keywords:** Osteoporosis, epidemiology, types, diagnosis, prevention.

## INTRODUCCIÓN

El sistema esquelético está en permanente recambio tisular, debido a células especializadas que permiten la renovación y eliminación del tejido óseo (1). Por una parte se encuentra la formación ósea de hueso nuevo, y a la misma vez, se elimina el hueso envejecido que es la reabsorción ósea (2), y de este modo se logra mantener de forma correcta el funcionamiento del sistema óseo y su metabolismo mineral. Este remodelado, es puesto en marcha por una unidad formada por dos células específicas llamadas osteoclastos y osteoblastos, responsables de modular el metabolismo óseo (1).

La osteoporosis (OP), es una patología que ocurre al desestabilizarse el equilibrio entre la síntesis y la resorción del hueso. Esto sucede por efecto de la disminución en la formación de hueso nuevo, o debido al aumento de la reabsorción; y también puede ser producida por ambas causas de forma simultánea. Cuando se pierde el equilibrio del metabolismo óseo, se considera un factor de riesgo de fracturas, que se acompaña de una disminución de la resistencia ósea y un aumento de la fragilidad del hueso (2).

El sistema esquelético esta constituido por dos capas, una externa más resistente y compacta, y una capa más interna que es trabecular, menos densa y esponjosa. Esta relación se modifica según sean huesos largos, cortos o planos. Los huesos largos están formados por la diáfisis, la metáfisis y la epífisis. Los osteocitos son células adultas del hueso, que están en relación directa unas con otras mediante conductos que las unen, y a su vez cada una de estas células está rodeada de una capa rica en calcio, colágeno, y glucosaminoglicanos como el sulfato de condroitina, y además otras moléculas minerales que son básicas para la formación ósea (3).

Los osteoblastos son células mesenquimatosas diferenciadas, que elaboran sustancias preóseas, y requieren para esta formación, la presencia de fósforo, calcio y fosfatasa alcalina. La fosfatasa alcalina es una enzima segregada por los osteoblastos, cuya función es mantener la densidad del hueso, debido a la creación de depósitos de calcio y de todos los elementos necesarios para la formación el esqueleto óseo.

Otra de las células fundamentales en el metabolismo del hueso son los osteoclastos, células con múltiples núcleos que se encuentran en la zona más externa del hueso, cuya

**Tabla I.** Composición química ósea.

Elementos orgánicos (35%)	Células de hueso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osteocito (maduras)</li> <li>• osteoblasto (jóvenes mesenquimatosas diferenciadas)</li> <li>• osteoclasto (reabsorben y remueven)</li> </ul>
	Sustancia intercelular	El 90% fibras colágenas, fibras reticulares, sustancias amorfas, ácidos hialurónico y condroitín sulfato
Elementos inorgánicos (45%)	iones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• calcio (99%)</li> <li>• otros (1%): Magnesio, sodio, hidróxido, carbonato y flúor.</li> <li>• Cristales de hidroxiapatita</li> </ul>
Agua (20%)		

función es eliminar el tejido óseo viejo y alterado. La composición química ósea se resumen en la Tabla I (3).

El mayor porcentaje de calcio del organismo se localiza en el sistema osteoarticular, siendo de aproximadamente el 99%. El calcio es absorbido en la porción proximal del intestino delgado, y el mayor porcentaje de éste se elimina por vía renal.

Para lograr la fijación del calcio en el organismo tiene que estar presente la vitamina D, que está formada por dos componentes, ergocalciferol o vitamina D<sub>2</sub>, y colecalciferol o vitamina D<sub>3</sub>, siendo esta última producida por la piel.

Una forma de introducirla en el organismo es a través de una dieta rica en lácteos que estén enriquecidos con esta vitamina junto al calcio, para que se produzca una mejor absorción. El exceso de la ingesta de la vitamina D, provoca un problema de toxicidad en el organismo, con el consiguiente aumento de calcio en sangre y sus consecuencias vitales. Otro componente muy importante en el metabolismo óseo, es la hormona paratiroidea que interviene para mantener los niveles de calcio séricos normales (3).

Otro mineral importante en el metabolismo óseo es el fósforo que se encuentra almacenado en el sistema esquelético en más del 80%. Al igual que el calcio y la vitamina D, se absorbe a nivel duodenal, formando el fosfato de calcio que es un compuesto insoluble, y se excreta por dos vías: La mayor proporción es por vía intestinal y el resto por vía renal (3).

## OSTEOPOROSIS

### Generalidades

La OP es una enfermedad común con una elevada frecuencia en la práctica clínica (2), caracterizada por una baja densidad mineral ósea y por fragilidad esquelética difusa aumentada (4). Una dificultad importante que agrava esta patología, se debe al mayor envejecimiento que presenta la población mundial, siendo afectados en su gran mayoría el grupo de sexo femenino, en las etapas del climaterio y de la menopausia (5).

La OP se caracteriza por la disminución de la densidad de masa ósea (6,7), debida a la pérdida de la densidad del hueso. Esta debilidad ósea aumenta el riesgo de producir una rotura osteoarticular, que va a desencadenar un aumento de la morbimortalidad, que se acompaña de elevadas costas en el ámbito sociosanitario, además del deterioro personal que ocasiona, tanto físico como mental (2,5,7).

Este proceso de desmineralización provoca la disminución de la dureza y de la fuerza del sistema osteoarticular (8,9) que se produce por déficit de calcio y de aminoácidos que componen la microarquitectura ósea, reduciendo sustancialmente la dureza y la fuerza propia del aparato esquelético ante posibles lesiones por caídas.

Este debilitamiento y fragilidad, es la consecuencia del deterioro de la arquitectura ósea, donde el hueso se adelgaza, y pierde su estructura sólida interna, además de la importante merma de la función de formación continua del hueso, que predispone al aumento de la debilidad de este sistema (10). Se puede determinar que la debilidad de la consistencia de la estructura ósea, provoca un mayor peligro de sufrir una rotura del hueso y de este modo sufrir en algún momento una fractura por fragilidad (1,4,8,9,10).

La OP en general pasa desapercibida en sus primeras etapas, por lo que también se la puede llamar epidemia silenciosa. Cuando aparecen los síntomas, en estadios tardíos, en general se expresan como dolor acompañado de fracturas, siendo las más frecuentes las de cadera, muñeca y columna vertebral (6).

La detección de la alteración de la mineralización de la estructura ósea define el comienzo de la osteopenia seguida de la osteoporosis. Ambas son patologías silentes, ya que la pérdida ósea y su debilitamiento es asintomático. Si continúa su evolución crónica sin detectarse esta situación osteopenizante, se desencadenan los síntomas a medida que se envejece (3,11).

La osteopenia es el primer escalón hacia la OP (11). Según la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, la osteopenia es el comienzo de la detección en la merma de la densidad de la matriz intrínseca del hueso, siendo la antecesora de la osteoporosis, y se objetiva con valores entre -1 y -2,5 desviaciones estándar, siendo menor de -2,5 desvíos estándar en la OP instalada (11). Las propiedades físicas del hueso están implicadas en la naturaleza de la macro y microarquitectura de la matriz ósea, donde intervienen sus células específicas, los minerales que la conforman, además del colágeno que interviene en su formación (2). Si continúa la disminución del tejido trabecular del hueso, de una osteopenia se pasa a una osteoporosis (3).

Las complicaciones son las fracturas óseas, detectadas de forma tardía, por lo que es muy importante poner en marcha los mecanismos preventivos en la población en general y principalmente en el grupo femenino, ya que se puede reducir, prevenir o atrasar la posibilidad de padecer fracturas, en su gran mayoría incapacitantes (12).

La OP afecta a ambos sexos, aunque en los varones es menos frecuente, siendo unas cinco veces más común entre las mujeres postmenopáusicas entre el 30 y 50% (3,10).

La OP luego de la menopausia, también se identifica por el descenso de la masa ósea debido a la disminución del tejido óseo normal, provocando una merma importante de la fuerza del hueso ante las lesiones directas o espontáneas, que pueden provocar la rotura ósea (2).

El crecimiento de la estructura del hueso se realiza durante toda la edad infantil y la adolescencia, hasta alcanzar el máximo pico de masa aproximadamente a los 30 años de edad. Estas concentraciones continúan en niveles constantes durante unos años, pero a partir de la cuarta década de vida comienza a descender de forma gradual. En el sexo femenino, la desmineralización del sistema esquelético, se origina en el climaterio, haciéndose más moderado posteriormente y con descensos similares a los observados en los hombres (5).

Debido a que hay un declive fisiológico de la densidad del hueso en la etapa adulta, se debe hacer hincapié en modificar positivamente factores que permitan una mayor densidad mineral del hueso, y a su vez desacelerar su pérdida trabecular, principalmente pasada la cuarta década de la vida.

Como se evaluó anteriormente, la mineralización necesaria para realizar el crecimiento y fortaleza del sistema osteoarticular, comienza desde la infancia, por lo que la alimentación rica en nutrientes necesarios para mantener la matriz ósea saludable, debe comenzar en la niñez como medida preventiva a futuro, y mantenerse durante toda la vida (5).

### **Pediatría: Osteoporosis en la niñez y juventud**

En la edad pediátrica y hasta la segunda década de la vida, cuando la puntuación del desvío estándar z-score es menor de 2 desvíos, al igual que en los adultos, se debe a la desmineralización del sistema esquelético.

La sociedad científica a nivel internacional que se dedica al estudio de la técnica densitométrica en el área clínica, determina que la OP en la etapa que abarca la niñez y la adolescencia, está determinada por la masa ósea con valores en la puntuación z-score, rectificadas según edad, sexo y estadio puberal inferior a -2 DE. Además de estos parámetros de la densitometría, deben encontrarse una de estas tres circunstancias:

- Dos o más fracturas de huesos largos producido en la primer década de la vida.
- Tres o más fracturas de huesos largos hasta los 18 años.
- Una o más fracturas de la columna vertebral sin límite de edad (13).

La OP en la niñez está dividido en dos categorías: OP primaria debida a anomalías del hueso; y OP secundaria asociada a patologías sistémicas, como pueden ser afecciones inflamatorias, nutricionales, hormonales o por la ingesta prolongada de fármacos que interfieren en la mineralización ósea (Tabla 1) (14).

#### **OP primaria en niños**

La osteoporosis es una enfermedad metabólica ósea, que se considera una patología de las personas en edades avan-

zadas debido a la elevada incidencia en este grupo etario, y aunque muestra sus consecuencias en la edad adulta, su origen es pediátrico, porque la mayoría de la masa ósea se consolida y se obtiene durante el proceso de desarrollo del niño y del adolescente (13).

La cantidad y calidad de la densidad mineral de la matriz del hueso al terminar el período de desarrollo, es una causa decisiva en la posible prevalencia a futuro de la rotura de algún hueso en las edades vulnerables, por lo que es de gran importancia el estudio de la disminución de la masa ósea en niños (13).

Esta afección se encuentra en mayor proporción, en jóvenes sin patologías previas, con fracturas en antebrazos, y disminución de la densidad mineral del hueso en el mismo sitio de la rotura ósea anterior, además la lesión se puede localizar en otros sitios del sistema osteoarticular, como la región coxofemoral y la zona vertebral. Esto muestra una población pediátrica con mayor riesgo de sufrir fracturas (13).

La OP primaria se produce por un defecto intrínseco del tejido óseo de origen genético o idiopático. Entre la OP primarias, la osteogénesis imperfecta (OI) es la afección más común, con una frecuencia de 1/25.000 nacimientos, y se caracteriza por un grupo heterogéneo de trastornos genéticos con disminución de la densidad mineral del hueso, que provoca un aumento de la debilidad ósea, lo que conduce a roturas esqueléticas de diferente intensidad.

Se clasifican en cuatro variantes clínicas, siendo la principal característica clínica de la OI la debilidad del hueso, la cual se expresa por roturas óseas, y además se dividen en cinco tipos clínicos que son (14):

- Tipo I: Leve, sin deformaciones óseas, talla normal o levemente disminuida, esclerótica azul, sin dentinogénesis imperfecta (DI) (14).
- Tipo II: Letal, presenta fracturas múltiples de costillas y huesos largos desde el nacimiento, además de malformaciones óseas, huesos largos anchos, disminución de la masa ósea craneal, esclerótica oscura (14).
- Tipo III: Grave: talla disminuida, cara triangular, deformación de columna muy acusada, esclerótica gris, con dentina anómala.
- Tipo IV y V: Ambos moderados, con disminución de la talla, presencia de escoliosis, esclerótica gris o normal y dentina alterada.
- Tipo VI y IX: Ambos tipos tienen un origen genético diferente, y son clínicamente similares a los tipos II-IV (14).

La transmisión de la OI es autosómica dominante. En un porcentaje muy elevado es por alteraciones genéticas en los sitios 17q21.33 y 7q21.3, los cuales programan las cadenas alfa del colágeno. También se observan formas recesivas de OI que son más graves, con peor hipotonía, y que están reguladas por las alteraciones genéticas de los locus 1p34.1, 3p22 y 15q21-q22.

En la clínica de OI se observan síntomas del sistema osteoarticular que son los más graves, además de afectar

otros órganos y sistemas. El diagnóstico se confirma por las técnicas de estudio como densitometrías que reflejan la desmineralización del sistema esquelético.

La detección de esta patología intraútero, se puede realizar por medios ecográficos, por análisis de amniocentesis y estudios de la placenta. El manejo de esta enfermedad se lleva a cabo con un equipo multidisciplinar de especialistas en medicina, ortopedia y fisioterapia.

Los bifosfonatos se utilizan en el tratamiento realizado en las etapas de la enfermedad avanzada y graves. Los procedimientos quirúrgicos se realizan para mejorar las anomalías esqueléticas y evitar en lo posible futuras roturas óseas. El pronóstico está relacionado según la gravedad de esta enfermedad. Las malformaciones de la columna vertebral predisponen a complicaciones del sistema respiratorio, lo que determina el pronóstico y la gravedad de ésta patología.

La presencia de múltiples fracturas en niños, obliga a realizar el diagnóstico diferencial de maltrato infantil.

Es muy importante la rehabilitación con kinesioterapia en esta enfermedad, para mejorar la masa muscular y para mantener el equilibrio. Se debe estimular la actividad física de estos niños, con el fin de mejorar su calidad de vida (14).

Otra patología osteopenizante en pediatría, es la osteoporosis juvenil idiopática (OJI). Esta enfermedad se describe como la osteoporosis de etiología desconocida en los niños, llegando al diagnóstico de OJI cuando se descarta la osteoporosis secundaria (14,13). Los afectados de la OJI, son niños antes de la edad puberal con dolor de comienzo agudo en miembros inferiores y de la región vertebral dorsal y lumbar (14).

Es una enfermedad poco frecuente con una incidencia de 1:100.000 recién nacidos. En las etapas iniciales es asintomática, lo que dificulta su diagnóstico temprano (13).

Su etiopatogenia es idiopática, aunque hay un desequilibrio en la actividad de remodelado óseo, con disminución de la formación ósea de los osteoblastos, y actividad normal o reducida de los osteoclastos, que se desencadena en un aumento de la reabsorción ósea. La evolución de esta patología en niños tiene una resolución espontánea antes de los 5 años, aunque en algunos infantes de estas edades, se desarrollan las deformidades progresivas específicas de la enfermedad (13,14).

El comienzo de la OJI es generalmente en la etapa puberal, teniendo en el menor de los casos, un inicio antes de la edad escolar. En esta etapa los síntomas son poco claros y generales, mayormente referidos a dolor de huesos en extremidades inferiores y columna, dificultad en la marcha, bajo peso, y rotura de huesos largos y de columna (13,14).

La OJI afecta más a varones en el periodo anterior a la pubertad con alteraciones óseas, sin modificaciones en los estudios bioquímicos que pudieran acercarse al diagnóstico (13).

La clínica es variable desde leve a severa, y el pronóstico es incierto, ya que la masa ósea estará reducida al terminar la adolescencia (13).

**Tabla 1.** Tipos de OP primaria en niños.

1. Osteoporosis primaria
<p>A. <i>Osteogénesis imperfecta:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo I – Dominante con escleróticas azules</li> <li>• Tipo II – Letal perinatal</li> <li>• Tipo III – Neonatal no letal</li> <li>• Tipo IV – Dominante con escleróticas blancas y presentación tardía</li> </ul>
<p>B. <i>Osteoporosis juvenil idiopática</i></p>
<p>C. <i>Síndrome de pseudoglioma y osteoporosis:</i> Asocia osteoporosis, con fracturas de vértebras por compresión, inflamación del humor vítreo, alteraciones vitreoretinales, cataratas, ceguera, hipotonía muscular y microcefalia. Presenta cambios homocigotas con pérdida funcional del gen receptor LRP5.</p>
<p>D. <i>Síndrome de Bruck:</i> Herencia autosómica recesiva. El fenotipo es de osteogénesis imperfecta y contracturas articulares de codos y rodillas, pterigium y pies equinovaros.</p>
<p>E. <i>Hipofosfatas</i></p>
<p>F. <i>Enfermedad Paget juvenil.</i> Herencia autosómica recesiva.</p>
<p>G. <i>Síndrome de Cole-Carpenter:</i> Osteoporosis, talla baja, craneosinostosis, hidrocefalia y proptosis.</p>

El motivo más importante de tratar a estos pacientes pediátricos con desmineralización del sistema esquelético es lograr evitar que se produzcan roturas del hueso por debilidad ósea.

Dentro de los principales parámetros de tratamiento se aconseja una dieta balanceada, con niveles de nutrientes adecuados de calcio y vitamina D, además de estimular la realización de ejercicio físico (13).

Para tratar los casos severos de esta patología en la edad pediátrica se utilizan medicamentos que no permitan la reabsorción ósea, dentro de este grupo los más utilizados son los bifosfonatos, al igual que en el tratamiento de la OI. Estos fármacos se utilizan cuando las medidas preventivas no responden y la desmineralización continúa, además cuando se detectan roturas de vértebras, o también con valores densitométricos evidentes de OP.

De todos modos, el principal objetivo del tratamiento en edades pediátricas con DMO disminuida es la prevención para evitar fracturas. Como medidas generales, se recomienda una alimentación equilibrada con aporte óptimo de calcio y vitamina D, y si el aporte es insuficiente se debe acompañar de suplementos farmacológicos; además de la promoción de la mayor actividad física posible. Si la movilidad está reducida y con discapacidades se debe realizar fisioterapia (13).

En la etapa aguda de la enfermedad se observa un estancamiento de la talla, recuperando en algunos casos los valores normales de desarrollo al terminar el proceso.

La principal consecuencia de la OJI son las alteraciones de la estructura esquelética, afectando en su gran mayoría a la columna vertebral. Para paliar esta situación es necesario realizar medidas tempranas de prevención, rehabilitación y ortopédicas según la gravedad del caso (14).

## OP secundaria en niños

El déficit nutricional es un importante factor que predispone a una desmineralización de los huesos, debido al déficit de nutrientes esenciales, ya sea por disminución de los aportes, o por aumento de las pérdidas, afectando según la gravedad, a los micro y macronutrientes en general. La malnutrición a su vez puede ser primaria o secundaria a patologías crónicas generando ambas, disminución de la densidad mineral del hueso.

Una causa significativa de malnutrición son las dietas restrictivas, sin un control de los especialistas en nutrición, que se llevan a cabo por un aumento excesivo de peso, o en el caso contrario para evitar el aumento de peso, las cuales las realizan niños y adolescentes, que se encuentran en el periodo de crecimiento rápido, donde se necesitan altos requerimientos energéticos y plásticos, lo que pueden condicionar la carencia de micronutrientes, en especial calcio y vitamina D, deteriorando la salud. Además, estas carencias de nutrientes en la adolescencia pueden predisponer a osteopenia, agravándose en el embarazo y lactancia de estas jóvenes (14).

Patologías como fibrosis quística, celiacía, enfermedad inflamatoria intestinal y anorexia nerviosa, sino son tratadas de forma temprana, predisponen a una osteopenia, debido a los defectos crónicos de la absorción intestinal de los macronutrientes y oligoelementos que intervienen en la síntesis ósea (14).

Las patologías del sistema osteoarticular en general, están asociadas a nefropatía crónica, provocado disminución del calcio sanguíneo y sus complicaciones óseas. Esta hipocalcemia es causada por la hipofunción de los riñones, las alteraciones de los electrolitos, y la disminución del metabolismo de la vitamina D. Al estar en descenso la función renal, aumenta la producción de hormona paratiroidea, cuya función es liberar calcio del hueso hacia el torrente circulatorio. Esto predispone a la desmineralización progresiva del sistema óseo, y a una osteítis fibrosa quística, si el déficit no se corrige.

Otra patología en los niños desmineralizante, es la hepatopatía colestásica crónica, que puede estar asociada o no al raquitismo. Presenta además una disminución de los valores de la vitamina D, debido a la falta de absorción de estas vitaminas liposolubles, o a la hidroxilación en el hígado del precursor del calcitriol (14).

La ingesta crónica de glucocorticoides puede desencadenar diferentes grados de pérdida de densidad del tejido óseo, como se observa en patologías crónicas como nefropatías, asma, leucosis y artritis reumatoidea juvenil, además de patologías que presentan gluconeogénesis, a esto se suma la administración crónica de corticoides.

Hay un pool de otros fármacos que también alteran la densidad de la masa mineral ósea como son los citostáticos, ciclosporina, anticoagulantes, diuréticos, neurolépticos, teofilina y antihipertensivos que inhiben al calcio. Diversas endocrinopatías, como la diabetes mellitus, el hipertiroidismo, los hipogonadismos y el déficit de hormona de crecimiento, también disminuyen la masa ósea. Otras patologías osteopenizantes con una muy baja frecuencia en la pobla-

**Tabla 2.** Tipos de OP secundaria en niños.

<b>2. Osteoporosis secundaria</b>
<p><b>A. Trastornos nutricionales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síndromes de malabsorción intestinal (fibrosis quística de páncreas, enfermedad celiaca, enfermedad inflamatoria intestinal, déficit de lactasa intestinal).</li> <li>• Dietas carenciales en la obesidad</li> <li>• Anorexia nerviosa</li> <li>• Bulimia nerviosa</li> </ul>
<p><b>B. Defectos en la síntesis de vitamina D:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficit Nutricional</li> <li>• Enfermedades hepáticas crónicas</li> <li>• Medicamentos para síndromes convulsivos</li> <li>• Alteraciones congénitas en la síntesis de la vitamina D</li> <li>• Nefropatía crónica</li> </ul>
<p><b>C. Secundaria a endocrinopatías:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipogonadismo</li> <li>• Disgenesia Gonadal</li> <li>• Disminución de Somatotrofina</li> <li>• Diabetes Mellitus</li> <li>• Hipertiroidismo</li> <li>• Hiperparatiroidismo</li> <li>• Síndrome de Cushing</li> </ul>
<p><b>D. Enfermedades inflamatorias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artritis crónica juvenil</li> <li>• Lupus eritematoso</li> <li>• Dermatomiositis</li> <li>• Enfermedad inflamatoria intestinal</li> </ul>
<p><b>E. Secundaria medicamentos desmineralizantes del hueso:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corticosteroides: Asma bronquial, nefropatías, leucosis.</li> <li>• Citostáticos.</li> <li>• Otros: Diuréticos, neurolépticos, teofilina, antagonistas del calcio, anticoagulantes, ciclosporina, aluminio</li> </ul>
<p><b>F. Estilos de vida:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de una imagen muy delgada</li> <li>• Deportes de alta competición.</li> <li>• Inmovilización a largo plazo</li> </ul>
<p><b>G. Secundaria a alteraciones del colágeno:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síndrome de Ehlers-Danlos</li> <li>• Síndrome de Marfan</li> </ul>
<p><b>H. Alteraciones de cromosomas y genes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síndrome de Klinefelter, de Turner, de Down, duplicación de cromosomas</li> </ul>
<p><b>I. Alteraciones del metabolismo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homocisteinuria, hipofosfatasa hereditaria, hemocromatosis, enfermedad de Wilson, enfermedad de Menkes.</li> </ul>

ción pediátrica, son las que presentan errores congénitos del metabolismo, defectos cromosómicos y genéticos (Tabla 2) (14).

### Diagnóstico de la osteoporosis en niños

Normalmente la desmineralización independientemente de la edad, no presenta síntomas en las primeras etapas del proceso. Es importante la sospecha de una probable

**Tabla 3.** Clínicas de la OP en niños (14).

Dolores óseos
Malformaciones del sistema esquelético (cifoescoliosis)
Detención del crecimiento
Laxitud de piel y ligamentos
Diátesis hemorrágica cutánea a pequeños traumatismos
Fracturas de huesos debido a traumatismo leves
Fracturas y compresiones vertebrales
Alteraciones de la génesis dentaria y escleróticas azules en la osteogénesis imperfecta
Alteraciones del sistema auditivo, sordera

osteopenia, ya sea por presentar una patología secundaria a OP, o debido a la administración crónica de medicamentos que afectan la densidad mineral del hueso, de este modo se podrá realizar un seguimiento y además un tratamiento de forma precoz (Tabla 3) (14).

### Osteoporosis del varón

Fisiológicamente el sexo masculino presenta mayor masa muscular que las mujeres. Al igual que la etapa fisiológica de la menopausia en la mujer, el hombre presenta la andropausia, que aunque es más tardío su comienzo, también produce fragilidad ósea por desmineralización, debido a un desequilibrio del metabolismo del hueso, con presencia de mayor resorción. Esta falta de mineralización ósea, provoca un aumento de la debilidad del sistema osteoarticular, que predispone a la rotura de las zonas más vulnerables como son el brazo, las vertebrales y la cadera (3), siendo en el varón más frecuente la fractura de cadera que la vertebral (11).

La OP masculina tiene un bajo nivel de diagnóstico. Aproximadamente el 25% de las roturas de cadera en la población global, llegada la séptima década de la vida, se puede atribuir al sexo masculino, con niveles de mortalidad mayores a los que ocurren en las mujeres, siendo cercanos al 40% de los casos en el primer año. La etiología principal de la OP del varón son las causas secundarias, por lo que se debe realizar un estudio exhaustivo de cada caso, y de forma particular en hombres jóvenes o con enfermedades graves, además es conveniente su estudio cuando se observa en los varones baja masa ósea o fractura por fragilidad (15,16).

Los umbrales de intervención para hombres son similares a los recomendados para mujeres (16,17). En los hombres es esencial identificar la causa de esta patología, que puede deberse a factores como las hepatopatías, aumento de la excreción renal del calcio o por déficit hormonal (18).

En el sexo masculino, las causas y factores de riesgo más frecuentes de OP se deben a hipogonadismo, al consumo de alcohol, de tabaco, y de glucocorticoides, además de las enfermedades intestinales, cáncer, patologías tiroideas, inmovilidad prolongada, e hiperparatiroidismo (11).

Al igual que en la mujer, en el hombre la necesidad de comenzar con la medicación antirresortiva para evitar el

riesgo de fractura, se determina por los estudios densitométricos del hueso, y la historia de roturas esqueléticas anteriores, que pueda haber sufrido el paciente (16).

En cuanto al diagnóstico de la OP en el varón, la DXA y los cálculos de FRAX, que se utilizan son los mismos datos de referencia que los utilizados en los estudios femeninos (15,16). Para estimar la probabilidad de fractura, las puntuaciones T score de la DMO del cuello femoral en hombres deben basarse en los datos de referencia femenina propuesta por NHANES, que es la encuesta de Salud Nacional y Examen de Nutrición. Al utilizar la versión en línea de FRAX para la estimación de la probabilidad de fractura, se deben ingresar los valores de DMO del cuello femoral ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) y especificar el fabricante del densitómetro (15).

Los tratamientos de la OP han sido menos estudiados en hombres que en mujeres, aunque no hay evidencia de que el metabolismo esquelético en el sexo masculino difiera fundamentalmente del femenino. El alendronato, el risedronato, el ácido zoledrónico, el denosumab y la teriparatida están aprobados para el tratamiento de la OP en los hombres, principalmente sobre la base del DMO. Se ha demostrado una reducción de las fracturas vertebrales en hombres con osteoporosis tratados con alendronato o ácido zoledrónico (17).

El alendronato y el risedronato son tratamientos de primera línea en los hombres (15). Cuando no hay tolerancia o están contraindicados los bifosfonatos orales, se administra el ácido zoledrónico o el denosumab como alternativas adecuadas, sumando teriparatida como opción adicional. Además en los hombres que comienzan con una terapia de privación de andrógenos, se debe evaluar el riesgo de fractura (15,17).

Cuando en el sexo masculino la causa de la OP es una disminución hormonal, en presencia de síntomas clínicos, para realizar el tratamiento se administra testosterona asociada a medicamentos antirresortivos.

Se ha evidenciado que en los hombres con glándulas sexuales normales o hipotróficas, para mantener una masa ósea conservada con poco riesgo de rotura ósea, los principales fármacos que se deben administrar son los bifosfonatos orales como el ácido alendrónico y risedrónico, siendo estos los más utilizados.

El denosumab en este grupo etario tiene indicaciones más precisas como cáncer de próstata con disminución de la función gonadal.

Además del tratamiento por medios farmacológicos para la OP masculina, hay que hacer hincapié, al igual que en la mujer, en las medidas preventivas, tanto en una dieta rica en nutrientes, como en el ejercicio físico regular e individualizado para cada paciente, evitando de este modo los efectos nocivos de esta enfermedad, como son las fracturas óseas (16).

Una de las principales herramientas contra esta enfermedad silente, es el conocimiento científico sobre la prevención y detección temprana de esta patología, que permite así los cambios de hábitos y su posterior control, para evitar el avance de la enfermedad y su detección tardía,

debido a la expresión de su principal consecuencia: La fractura osteoporótica.

Este conocimiento es fundamental trasladarlo a la población en general, para lograr de forma individual el manejo de los factores de riesgo, y poder prevenir su inicio en edades tempranas, logrando retrasar las secuelas de esta enfermedad silenciosa (12).

## EPIDEMIOLOGÍA- INCIDENCIA

La OP y las fracturas relacionadas a esta enfermedad, son generalizadas y están en aumento debido al envejecimiento de la población y las modificaciones de los hábitos saludables, como la dieta y el deporte (12).

Según datos a nivel mundial, un tercio de las mujeres menopáusicas por encima de la quinta década de edad, tendrán probablemente una rotura del sistema esquelético en su vida, siendo este porcentaje menor en el sexo masculino.

Esto trae como consecuencia una disminución del estado funcional del individuo, y de la calidad y esperanza de vida, por lo que es fundamental poner en marcha mecanismos preventivos para retrasar o evitar en lo posible las secuelas del envejecimiento no controlado, ya que el factor clave de una vejez saludable es la capacidad de conservar una vida independiente durante el mayor tiempo posible (19).

En los países desarrollados, se estima que debido a la debilidad del sistema osteoarticular que se produce en la OP, la mitad de las personas mayores de 50 años sufrirán a lo largo de su vida una fractura de hueso, estimativamente una de cada tres mujeres, y uno de cada cinco varones (6,19,20), aumentando a cuatro de cada diez mujeres cuando la edad supera los 75 años.

Entre un tercio y la mitad de mujeres posmenopáusicas están diagnosticadas de osteoporosis (19), aunque aproximadamente el 40% no están aún estudiadas, por lo que su prevalencia estaría por debajo de los valores conocidos (20).

Debido a la senescencia que se acrecienta a nivel global, aumenta la casuística de OP. Se evalúa la posibilidad de un aumento cercano al 50% de padecer rotura ósea para el año 2025 (9). En Estados Unidos se prevé que hasta el 2040 el número de personas de 65 años y más, aumente de 35 a 77 millones; a su vez, 1 millón de estadounidenses tendrá más de 100 años en el 2050 y en paralelo un mayor número de personas padecerán OP; y aproximadamente dos millones de individuos tendrán esa edad en el año 2080 (19). Se estima que el número de fracturas por osteoporosis será más del doble en 2050 (12).

En España aproximadamente en la actualidad se cuentan unos tres millones de individuos que padecen OP, afectando en mayor porcentaje al sexo femenino (20), que conlleva la alteración de la solidez del sistema esquelético, debido a la disminución de la masa ósea que predispone a un elevado riesgo de padecer fracturas. La fractura de cadera, en la sexta década de la vida, es más frecuente en el sexo femenino, con un alto porcentaje de mortalidad cercano al 10% (4,18).

El estudio realizado por la Sociedad Española de Medicina Interna y publicado en la Revista Clínica Española en 2020,

evaluó a 2.024 pacientes con osteoporosis menores de 65 años (89,9 % mujeres y un 10,2 % hombres). En este estudio no se encontró diferencia significativa entre ambos sexos en los resultados que se refieren a las caídas recientes; a diferencia de los datos sobre los nutrientes diarios de la ingesta de lácteos enriquecidos con calcio, que sí presentó diferencias significativas, donde se observó que el sexo femenino consume más lácteos que los varones (554 mg en mujeres vs. 450 mg en hombres). Además se observó que son más prevalentes las causas secundarias de osteoporosis en los hombres con un 13 %, a diferencia de un 6,5 % en las mujeres (18,20).

Actualmente a nivel mundial se producen al año más de un millón de fracturas de cadera, lo que podría cuadruplicarse antes del 2050 debido al número creciente de personas cada vez más longevas (12).

El Registro Nacional de Fracturas de Cadera del Ministerio de Sanidad se dedica a recopilar información sobre las características de los pacientes mayores que hayan sufrido una fractura de cadera y la prestación sanitaria que recibieron. Este registro comenzó en 2017, y ha recogido información sobre más de 30.000 pacientes que han sufrido fracturas de cadera, en más de 75 hospitales (21).

Además en España, hay más de 50.000 personas que se fracturan la cadera al año, lo que supone un coste mayor del 3% del gasto hospitalario total y probablemente estos valores sean más altos a futuro, sobre todo en personas que sobrepasan la octava década de la vida, debido al envejecimiento poblacional creciente (21).

En la mayoría de las fracturas vertebrales el mayor porcentaje se detectó en hombres con el 36% de casos, a diferencia del 15% en mujeres. A su vez se observó que la mayoría de los pacientes presentaban patologías asociadas como aumento de la tensión arterial en un 32%, y alteración del metabolismo lipídico en un 28%. A esto se suma que una gran mayoría no recibían el tratamiento indicado para OP, y presentaban datos negativos con respecto al ejercicio físico y el ocio al aire libre para mejorar la toma de sol (18).

Las guías realizadas para mejorar la evaluación y el seguimiento de la OP, no se utilizan de forma universal, por lo que hay muchos pacientes con riesgo de fractura ósea sin estar detectados ni estudiados (9).

La fractura por debilidad ósea tiene una incidencia aumentada debido fundamentalmente a una mayor esperanza de vida en la población mundial (9). Las roturas de hueso por fragilidad se producen por una lesión leve de bajo riesgo, que en situaciones habituales no provocarían una rotura de la trama ósea. Las zonas más afectadas son cadera, vertebras y antebrazo (4).

Debido al envejecimiento en general de la humanidad, se calcula que la población mayor de 60 años crecerá el 1% anual, con altos porcentajes de mortalidad a causa de las roturas óseas de cadera, esto provoca grandes dependencias por las secuelas causadas, además del aumento de los costes sanitarios.

La OMS refiere que a nivel global, se producen aproximadamente unas 10 millones de fracturas anuales (6). Estas

cifras ponen de manifiesto la necesidad de mejorar las técnicas de detección de la OP para reducir los problemas de sanidad pública. Se estima que en base a estos datos se doblará el número de casos a futuro, siendo muy importante mejorar las medidas preventivas en general (2).

Esto supone un gran reto sanitario, tanto económico como clínico, debido a sus implicancias sociales y de salud, por lo que la OMS ha definido a esta enfermedad como uno de los principales problemas de salud en occidente, incluyendo acciones específicas, para disminuir estas alarmantes cifras que pueden ir en aumento (20).

## IMPACTO DE LA OSTEOPOROSIS EN SALUD PÚBLICA

Como se vio anteriormente, la OP genera una gran dificultad en la atención sanitaria a nivel global, por la alta prevalencia que va en aumento debido al envejecimiento de la población, además por sus repercusiones sociosanitarias y económicas, a lo que se agrega una de las secuelas más importantes que es el dolor provocado por las fracturas y la disminución de la calidad de vida (1).

La OP presenta un riesgo incrementado de fracturas, debido a los valores disminuidos de la densidad del hueso. Las fracturas más invalidantes son las de cadera, con menos del 20% de mortalidad en el primer año y una pérdida de la autonomía de un 40% debido a las secuelas. Se observa que solo un tercio de los pacientes recupera su estado de salud previo (1).

Las cifras que maneja la OMS sobre la OP a nivel mundial, afecta a unos 200 millones de personas que corresponde a un 3% de lo habitantes del mundo. De este elevado número de afectados, el 5% de personas sufren una rotura ósea por OP y el 1% corresponde a las fracturas vertebrales (10).

Se establece que aproximadamente en la quinta década de la vida, más de 21 millones de mujeres y la mitad de hombres, presentan disminución de la densidad mineral ósea (3).

Todo esto predispone a una mayor frecuencia de OP (2), que continuará en aumento en los próximos años, debido al aumento de la senectud progresiva de la población (1,19), por lo que se considera un problema de salud emergente. Presenta una alta mortalidad y dependencia física permanente, lo que agregado a los altos costos sanitarios, ha permitido que la osteoporosis sea un notable problema de salud pública que justifica la necesidad de hacer hincapié en medidas de prevención y tratamiento (2).

## DIAGNÓSTICO

Las mujeres con OP en la etapa del climaterio en general, presentan una dieta escasa en nutrientes esenciales como el calcio que agrava los valores de la densidad ósea. Además en algunos casos se suman otros factores como fracturas en el ámbito familiar, historias personales de rotura ósea, hipovitaminosis D, alta incidencia de dolor de espalda, que se observan principalmente en mujeres en la séptima década de la vida (2).

Para el diagnóstico y la búsqueda de la prevención de las fracturas por OP, el método de mayor eficacia se debe lograr mediante la intervención precoz de la enfermedad.

Para este diagnóstico se utiliza la concentración de la masa mineral del hueso, mediante técnicas específicas, que permiten confirmar o descartar esta patología, y evaluar el nivel de mineralización del hueso (2,6).

La técnica de estudio que se utiliza para el diagnóstico es la densitometría ósea o absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). Esta técnica, mide la masa ósea y permite pronosticar el riesgo de fracturas, con mayor frecuencia las fracturas de columna vertebral y cadera (2,6).

Otra técnica que se utiliza es el ultrasonido que evalúa la densidad mineral ósea, como método periférico transversal y prospectivo. Estos estudios aportan una predicción del riesgo de fractura sobre todo de cadera (2).

Según la OMS el diagnóstico de OP, se establece cuando en los valores de densidad mineral ósea obtenidos mediante la indicación de la DXA o densitometría, se detecta una T-score menor de 2,5 desvíos, presentando o no rotura de hueso por debilidad. Se habla de OP establecida, si en estos casos se acompaña de rotura ósea por debilidad del hueso (1,2,4).

El puntaje del T-score mide la densidad mineral ósea en el sexo femenino después de la menopausia, y en el sexo masculino se realiza cuando comienza la quinta década de la vida. En este score los niveles de referencia se sacan de un individuo de 30 años de edad del mismo sexo y raza. A diferencia de esto, se utiliza el puntaje de Z-Score cuando se quieren evaluar los valores de la masa ósea en las edades pediátricas, en las mujeres antes de la menopausia, y en varones menores de 50 años (4).

En el campo de la OP convergen diversas especialidades, entre las que ocupa un lugar destacado el médico internista, que es uno de los facultativos más cualificados para el diagnóstico y el tratamiento de esta enfermedad, por su visión integradora del paciente.

La Sociedad Española de Medicina Interna, creó el Grupo de Trabajo de OP en el año 2011, con el registro llamado OSTEOMED: *Osteoporosis en Medicina Interna*, con el fin de ampliar el conocimiento de esta patología y sus propiedades (20).

Además del médico internista, otra especialidad importante en el diagnóstico y tratamiento, son los médicos reumatólogos dentro del grupo multidisciplinario que trata esta patología, siendo importante por los altos porcentajes de casos que evalúan.

La asociación española de los reumatólogos, sobre el diagnóstico, evaluación y tratamiento de la OP, plantean un convenio donde se destacan:

- Los pacientes se reconocen de forma oportunista en base a antecedentes de una o más fracturas por fragilidad, o por la presencia de factores de riesgo clínicos; ya que no existe un protocolo de cribado poblacional para OP.
- Cerca de la mitad de las mujeres caucásicas pueden padecer al menos una fractura osteoporótica pasada la quinta década de vida, siendo la más frecuente y de mayor gravedad las de cadera, raquis y miembro superior.



La fractura osteoporótica o por fragilidad ósea es producida por un traumatismo de bajo impacto, como una caída a nivel del suelo o en sedestación. En esta clasificación no se incluyen las fracturas producidas por prácticas deportivas o accidentes.

- La disminución de la DMO predispone al aumento de rotura por osteoporosis junto con el aumento de factores de riesgo como la edad, el sexo, la alimentación, el deporte entre otros.
- Entre los factores de riesgo a estudiar debemos incorporar datos sobre la etnia, los años de la persona, ingesta de alcohol y tabaco, toma de nutrientes ricos en calcio y vitamina D, hábito de tomar sol, inicio de la menarca y el climaterio, gravidez, tiempo de amamantamiento; patologías y medicamentos desmineralizantes, y antecedentes familiares de fracturas por debilidad ósea (2).

**FACTORES DE RIESGO**

La OP es un proceso con un alto componente multifactorial, desde el punto de vista etiopatogénico. Estos factores de riesgo que son muy variables incluyen: Edad avanzada, bajo peso, tratamientos farmacológicos, tabaquismo (4), déficit hormonal, patologías sistémicas y sus tratamientos, sedentarismo (6,20), sexo principalmente femenino, menopausia temprana, menarquia tardía, antecedentes familiares de fractura de cadera, raza caucásica, alcoholismo, tabaquismo, lactancia prolongada (> 2 años), baja ingesta de vitamina D, inmovilización, caídas, características étnico-raciales y la demografía de cada país (10); y a esto se agrega principalmente la causa más preponderante que es el envejecimiento progresivo de la población (3).

Estos diversos factores de riesgo se pueden dividir en modificables y no modificables (Figura 1), y además en mayores y menores (3):

*Factores de riesgo mayores y menores.* Dentro de los factores de riesgo mayores se encuentran:

- Medicamentos como glucocorticoides administrados de forma crónica.

- Historia familiar de rotura de femur proximal.
- IMC en valores menores de 19 kg/m<sup>2</sup>.
- Climaterio en la cuarta década de la vida sin tratamiento.
- Más de dos caídas en el último año (1).

Dentro de los factores de riesgo menores se encuentran:

- Hábitos tóxico: Fumar, alcohol.
- Patologías con pérdida de la masa mineral ósea como alteraciones digestivas, paratiroides.
- Toma de medicamentos anticonvulsivantes o antirretrovirales (1).

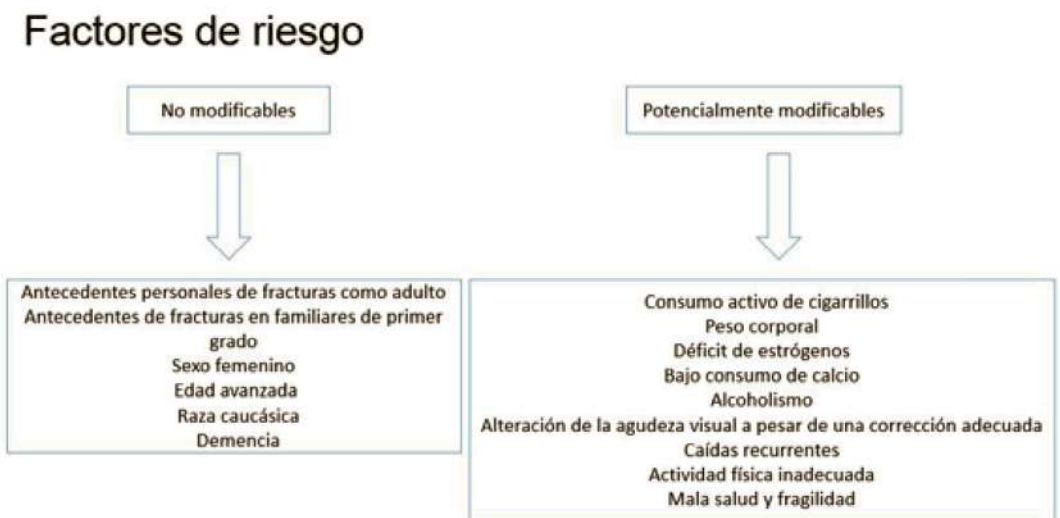
**Genética**

El riesgo de padecer OP depende casi en su totalidad de factores genéticos; y en un bajo porcentaje influyen las causas por problemas hormonales, y por hábitos adquiridos en la vida (1).

El estudio de factores genéticos aportan un mayor conocimiento sobre la OP, ya que la masa ósea está determinada en un porcentaje muy elevado por la genética. En proporción estas influencias genéticas son las más relevantes ya que condicionan el mayor porcentaje del remodelado del hueso y de su DMO, lo que puede llegar hasta un 80 %. Esto pone de manifiesto que el bajo porcentaje restante corresponde causas a modificables como son la alimentación, el ejercicio físico, la obesidad, que aunque representan un porcentaje bajo para desencadenar la OP, no dejan de ser muy importante para el control de esta enfermedad (1,5).

**Edad**

La edad es uno de los factores que duplican el riesgo de padecer OP. El incremento preocupante de la incidencia de esta patología a nivel global, se debe a que los individuos viven más cantidad de años (12), lo que pone en



Fuente: Blázquez Cabrera (3).

evidencia la disminución de la trama ósea y su fragilidad, dando paso a la OP, y a las fracturas por fragilidad (1). Por lo que se puede afirmar que la OP es una patología que acompaña al proceso fisiológico de la vejez, afectando a mayor número de la población en general porque la senectud se extiende cada vez más en el tiempo, lo que trae aparejado un notable problema en aumento que afecta a la salud global y emergente (2,3,20).

La principal manifestación clínica de la OP son las fracturas, responsables del alto nivel de morbilidad, con la problemática social y económica que provoca (2).

La *Organización Mundial de la Salud* en el 2018 define el envejecimiento como un proceso continuo, irreversible e inevitable y desde un punto de vista biológico, esto conlleva a un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, y de esta manera un aumento del riesgo de enfermedad y de muerte (23).

Se calcula que el número de personas mayores que se encuentran en la sexta década de la vida, llegará a triplicarse con el correr del tiempo, probablemente a valores cercanos a los 450 millones de personas ancianas en el año 2050, según refiere la *Organización de las Naciones Unidas*. Estos resultados muestran que a medida que aumenta la edad, aumenta la pérdida de la masa ósea, aumenta la fragilidad ósea, y disminuye significativamente la formación del hueso (23).

## Nutrición

El déficit de nutrientes específicos es un factor de riesgo para la evolución de la OP, ya que una nutrición equilibrada en cantidad y calidad de los alimentos, es fundamental para el mantenimiento del metabolismo del calcio que ayuda a mantener la masa ósea sana. Los macro y micronutrientes como las proteínas y minerales necesarios para mantener los niveles adecuados de la estructura ósea, involucran la ingesta de calcio, fósforo y vitamina D3. De todos modos actualmente hay controversia en las cantidades necesarias de los nutrientes que intervienen en la homeostasis del calcio para evitar el empeoramiento de la OP (10).

## Sexo

La OP se caracteriza por ser una patología que afecta a ambos sexos, producto del envejecimiento (2), aunque afecta principalmente y con mayor frecuencia al sexo femenino que al masculino, aproximadamente en más del 10% (10), siendo más prevalente en mujeres de piel blanca (12). Hay etnias femeninas que presentan independientemente de la edad, mejor masa ósea como son las mujeres oriundas de México (10).

En la mujer en general esto empeora cuando comienza el climaterio, que es el inicio del declive de las hormonas femeninas (2). Las causas para comenzar a estudiar a este grupo etario, es la deficiencia de estrógenos y además de la exposición a glucocorticoides de forma crónica, por su alto riesgo de provocar pérdida de masa ósea, con la consiguiente debilidad que predispone a padecer alguna fractura en el tiempo. El objetivo principal es minimizar esta situación,

mediante la administración de medicación antirresortiva, acompañada de cambios en los hábitos de vida (4).

El climaterio en las mujeres es el comienzo de la OP debido a la deprivación hormonal, que puede tener diferentes causas como cirugías ginecológicas o debido al declive fisiológico por la edad (3).

Entre otras causas que predisponen a la aparición de OP, se encuentra la anorexia debido a las restricciones de la ingesta de nutrientes (11).

El aumento del riesgo de fractura muestra la falta mineralizaron del hueso. Dentro de las mujeres que han pasado la quinta década de la vida, se habla que un tercio padecerán OP. Además después de los 50 años, cerca de la mitad de las mujeres caucásicas podrá padecer al menos una fractura osteoporótica, durante el resto de su vida a causa de la debilidad ósea provocada por la desmineralización, y este porcentaje casi se duplica cuando se sobrepasan los 70 años. En la mayoría de casos se pueden prevenir, si el tratamiento y las medidas preventivas se inician de forma más prematura (2).

La OP que aparece en mujeres después de la menopausia se observa:

- Climaterio precoz con causas de riesgo elevado de rotura ósea.
- Posmenopausia en cualquier edad con un factor mayor de riesgo de fractura
- Mujeres mayores de 65 años todavía sin factores de riesgo conocidos (2).

El climaterio es un proceso fisiológico inevitable, y natural que incluye factores físicos, psicológicos y sociales; el cual ha sido definido por la Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia como, la decadencia del período reproductivo en las mujeres, desde la madurez hasta la senectud. Por otro lado, la OMS hace referencia al climaterio como una etapa de la vida de la mujer, y su comienzo depende de la propia naturaleza fisiológica de cada una de ellas, que puede ir desde los 40 a los 60 años aproximadamente. Además a partir del climaterio, se desencadenan en la mujer otras enfermedades como cáncer ginecológico, arteriosclerosis, incapacidad física y aumento de la morbilidad (2).

En el climaterio hay cambios gonadales fisiológicos debido a varias causas como son el agotamiento de la maduración y reserva folicular, los cambios en el patrón hormonal de la mujer, con aumento de gonadotropinas (FSH y LH) y disminución de estradiol, ausencia de progesterona, y disminución de la inhibina. Esta alteración hormonal predispone a la pérdida de calcio de la trama del hueso, provocando osteopenia que si persiste desencadena la OP (6).

Las complicaciones más importantes que se observan en la OP, son las fracturas, siendo la vertebral la más frecuente, y la de cadera la más grave. Como se vio anteriormente, los hombres sufren menor porcentaje de OP y de sus complicaciones, pero cuando padecen una fractura ósea lo hacen de forma más grave (18).

Existen acciones efectivas para reducir los riesgos de la OP, entre ellos uno de los más efectivos es el deporte regular y adecuado a cada individuo según la edad, lo que a su vez mejora de forma significativa la función cardiovascular (6).

### CLASIFICACIÓN

La OMS estableció la clasificación de esta enfermedad mediante la densidad mineral ósea, que se detecta en base a técnicas densitométricas a nivel de cadera y columna (10).

La OP se divide en primaria o de comienzo posterior a la menopausia, y en secundarias debido a la ingesta de glucocorticoides, patologías inflamatorias, y osteoporosis del varón (9).

Los niveles de masa ósea se miden con Z-score en mujeres durante la época menstrual y en varones con edades menores a la quinta década de la vida.

Los valores de densidad mineral de hueso conservada dependen de la puntuación que se utilice, como se observa en el cuadro I.

El comité Internacional de Osteoporosis, clasifica la OP en varios grados, y estipula que la OP establecida o severa, es cuando junto a los bajos valores de la DMO se asocia una o más fracturas por fragilidad (Cuadro I) (10).

**Cuadro I. Criterios diagnósticos de osteoporosis (10).**

	Puntaje T score	Puntaje Z score
Normal	> -1 DE	> -2 DE
Osteopenia	-1 a -2.5 DE	-2 a -3 DE
Osteoporosis	< -2.5 DE	< -3 DE
Osteoporosis establecida	Una o más fracturas	Una o más fracturas

La OP primaria se caracteriza porque no presenta patologías asociadas, a diferencia de la OP secundaria que se asocia a otras afecciones patológicas. Además la OP primaria es más habitual principalmente en el sexo femenino.

La detección de que la sintomatología es debida a una OP secundaria y no primaria, permite modificar su evolución, al realizar el tratamiento de la patología de base (Cuadro II) (10).

La forma primaria incluye la OP posmenopáusica, debido a la caída de los niveles de estrógeno. La forma secundaria es debido a una larga lista de patologías como enfermedades endocrinas (hipercortisolismo, hipertiroidismo, diabetes mellitus), enfermedades renales (insuficiencia renal, acidosis tubular renal), enfermedades hematológicas (mieloma múltiple, neoplasias con infiltración ósea), enfermedades autoinmunes y reumáticas, enfermedad inflamatoria intestinal, artritis reumatoide, desnutrición, celiaquía por malabsorción, inmovilización prolongada (6,7), además asma, lupus, endometriosis, gammapatía monoclonal, y la mayoría de tratamientos que requieren glucocorticoides de forma crónica. Todas estas patologías predisponen a la disminución de la mineralización ósea desencadenando OP (6).

**Cuadro II. Clasificación de la OP (10).**

Primaria (sin patología previa)		
Involutiva	Postmenopáusica (Tipo I)	Pérdida acelerada de DMO en mujeres mayores de 50 años
	Senil (Tipo II)	Pérdida lenta de DMO de comienzo a los 70 años, hiperparatiroidismo
Idiopática juvenil		Comienzo entre 8 y 14 años. Síntomas: Dolor óseo y fracturas con traumas de escasa energía
Idiopática en adultos jóvenes		Varones y mujeres antes de la menopausia, embarazadas y sin causa aparente
Secundaria (con patología previa)		
Hiperparatiroidismo, nefropatía, anorexia o malnutrición, alteraciones gastrointestinales, diabetes mellitus, hipertiroidismo, enfermedades reumáticas, hipogonadismo, depresión, medicamentos desmineralizantes		

### SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas de la OP pueden ser similares a otras enfermedades que afectan al sistema musculoesquelético como son las patologías no traumáticas, enfermedades endocrino-metabólicas del sistema locomotor, artropatías inflamatorias y síndromes que afectan a la economía del organismo como la fibromialgia.

Las enfermedades osteoarticulares asociadas a procesos inflamatorios también pueden desencadenar OP, por lo que deben ser tratadas para evitar las secuelas osteoporóticas, y además se deben evaluar factores externos que también provocan una pérdida de la densidad trabecular del hueso (2).

La disminución de la resistencia ósea, predispone a un mayor riesgo de fracturas, siendo las más frecuentes las de cadera principalmente fémur proximal, en cuerpos vertebrales de la columna, y antebrazo sobretodo radio distal (2,20).

En la mayoría de los casos, la OP se diagnostica de forma tardía, cuando ocurre una fractura después de un trauma leve, debido a que esta enfermedad es asintomática durante su lenta evolución (10), de este modo los síntomas se expresan cuando ya está instalada la enfermedad. La sintomatología más habitual por lo que los pacientes consultan es debido al dolor de columna, que generalmente es posterior a una lesión. El dolor puede ser de intensidad variable desde leve a desproporcionado, ubicado en la zona lumbar, con cialgia localizada o irradiación en algunos casos hasta las extremidades superiores desde ambas piernas (3).

Además de la OP como patología asintomática, se encuentra las enfermedades cardíacas que se expresan cuando se exteriorizan las complicaciones luego de pasados muchos años, y a su vez hay una relación que asocia ambas enfermedades, debido a que la calcificación ósea puede

provocar la calcificación del sistema circulatorio, y el riesgo vascular aumenta la probabilidad de padecer OP (18).

Los enfermos con OP tienen una tasa de morbilidad y mortalidad aumentada debido a las serias complicaciones que producen las fracturas óseas, a lo que se agregan los costos sanitarios y el deterioro sociofamiliar que conlleva, debido a las secuelas incapacitantes que provoca esta enfermedad (2), y la pérdida del bienestar personales (3).

Las roturas óseas más graves son las de fémur proximal y de raquis, que desencadenan una alta morbimortalidad, además de la discapacidad física (3).

La falta de movilidad que provoca la rotura de cadera se suman a las graves patologías como la formación de trombos que pueden afectar al torrente circulatorio y al sistema pulmonar, provocando en los primeros seis meses hasta un 20% de defunciones, además de la pérdida de la autonomía de las actividades cotidianas (2,3).

Dentro de las fracturas que tienen mayor porcentaje de morbimortalidad son en primer lugar las de cadera seguidas de las de columna. Cuando la fragilidad ósea afecta a los cuerpos vertebrales se debilitan con pérdida de su estructura que ocasionan malformaciones, aplastamiento y dolor crónico de difícil control (4,3). Clínicamente se observa la talla corporal disminuida, debido a malformaciones de la columna vertebral, como cifosis y lordosis, lo que puede provocar además, afecciones del tracto respiratorio por la presión vertebral sobre la caja torácica (3).

## TRATAMIENTO

La forma más eficaz de tratar la OP es la prevención (3), además del tratamiento farmacológico (4). El principal objetivo del tratamiento de esta patología, es evitar las fracturas y las consecuencias graves que conlleva (3,11).

La Sociedad Española de Reumatología en 2018, promueve los programas de ejercicios para mejorar el equilibrio del sistema osteoarticular de los adultos, para lograr prevenir caídas. Esto a su vez debe estar acompañado de mejorar la seguridad de la vivienda, y además se debe disminuir la administración de medicamentos que afectan el equilibrio de las personas, de este modo se intenta controlar un factor importante de desarrollo de fracturas por fragilidad. Se desaconsejan además, los ejercicios que conlleven gran esfuerzo o que sean ejercicios bruscos como los abdominales, los que implican flexiones o movimientos giratorios del torso (12).

Dentro del grupo de fármacos utilizados para el tratamiento de la OP, se encuentran los estrógenos sustitutivos, que actualmente están en desuso debido a los problemas que ocasiona en el sistema cardíaco (1).

Cuando se detecta una disminución de la masa ósea por estudios densitométricos, se indican fármacos principalmente de la familia de los bisfosfonatos, que presentan un perfil de acción similar, con diferentes formas de administración. Una es por vía endovenosa, donde se agrupan pamidronato, ibandronato y zoledronato; y otra vía de administración es la oral: Etidronato.

La elección del tratamiento para la OP dependerá de su etiología. En los hombres que mantienen una terapia libre de andrógenos por patología maligna de próstata, se aconseja el ibandronato. En los casos que se necesita mejorar la masa ósea en raquis y fémur proximal, se debería administrar denosumab (3).

Los bisfosfonatos son los fármacos más extendido para la práctica clínica de la OP en el sexo femenino para disminuir las roturas óseas. Hay controversia en el tiempo necesario de tratamiento con los bisfosfonatos, debido a los efectos secundarios que produce como la osteonecrosis del maxilar y fracturas atípicas de fémur, si el tratamiento es de larga duración (2). Además otros efectos secundarios de los bisfosfonatos pueden ser la hipocalcemia y el rash cutáneo (3).

Los bisfosfonatos a su vez no han reportado disminución en la formación de fractura no vertebral, y vertebrales si ya se han producido, pero sí se lograron beneficios con estos medicamentos específicamente el alendronato, si se mantiene durante 10 años, o el zoledronato si se administra durante más de 5 años (2).

El ranelato de estroncio, el denosumab, el raloxifeno y la paratohormona, no actúan directamente en evitar las roturas óseas (3).

Cuando se ha instalado una fractura, el tratamiento consiste en reposo junto a la medicación y la fisioterapia. Se aconseja tanto complementos como una alimentación con altos niveles de nutrientes en calcio y vitamina D (11).

## PREVENCIÓN

La práctica regular y constante de ejercicio físico, el aporte adecuado de calcio con vitamina D, y una dieta equilibrada, son los factores que se conforman como principal ayuda a la disminución de la posibilidad de padecer OP en etapas tempranas de la vida (2).

La prevención es la terapia más efectiva para combatir la OP. Consiste en hacer lo necesario para mantener sanos y fuertes los huesos, y además retrasar lo más que se pueda la pérdida de la densidad del hueso (1,3).

Por lo que es importante una intervención educativa en la población para lograr modificar comportamientos relacionados con hábitos que puedan mejorar la masa ósea, tales como actividad física, exposición solar adecuada e ingesta rica en calcio y otros nutrientes osteogénicos (2).

La OP es multifactorial, de manejo complejo y multidisciplinario, por lo que la prevención debe ser el pilar principal para mantener la masa ósea del sistema osteoarticular, esto evita la debilidad del hueso y sus secuelas. Es también importante tener en cuenta que el tratamiento farmacológico administrado de forma temprana es más eficiente (1,2).

## Influencia de los hábitos vitales en la prevención de OP

Una forma de mantener la masa ósea mineral en valores normales y saludables, es aumentar la osteogénesis prin-

principalmente en las etapas tempranas de la vida, y disminuir la resorción de los osteoclastos en la tercera edad.

Este equilibrio del metabolismo óseo se puede adquirir mediante:

- Realizar una dieta rica en calcio, proteínas y vitamina D.
- Realizar actividad física adecuada en cada individuo según sexo, edad, y patologías previas.
- Mantener una exposición solar prudente (1).

Es fundamental realizar con énfasis modificaciones en los hábitos de vida adquiridos. La prevención como se dijo anteriormente, debe ser el principal pilar de trabajo, evaluando de forma secundaria la necesidad de los medicamentos propios de la OP. El objetivo de estas medidas es contrarrestar las principales complicaciones que son las fracturas osteoporóticas por fragilidad, siendo las caídas, la causa principal en más del 90% (1).

### Dieta y modo de vida

Los cambios saludables en el estilo de vida, son la mejor opción de prevención (12).

Existen factores de riesgos que son prevenibles, por lo que si se interviene en ellos, hay una alta probabilidad de retrasar la aparición de esta enfermedad. La atención de estos factores consiste básicamente en mantener un estilo de vida saludable, realizar ejercicio físico con frecuencia, disminuir o erradicar del consumo de alcohol, eliminar el hábito de fumar tabaco, y realizar una alimentación equilibrada, y de este modo probablemente reducir el riesgo de fracturas (3,12). Entre los factores no farmacológicos que intervienen en la conservación de la masa ósea, se observan (11):

- Se debe mantener un peso corporal saludable.
- Se debe realizar actividad física isométrica.
- Se debe reducir la ingesta de sodio.
- Se deben prevenir caídas, en personas con pérdida de visión o mareos frecuentes.
- Se deben observar las zonas de la casa para evitar los obstáculos potencialmente graves dentro de la casa para prevenir golpes o lesiones que pueden desencadenar fracturas (11).
- Uno de los tratamientos farmacológicos importantes la administración de calcio y vitamina D, además de la ingesta diaria de alimentos ricos en estos nutrientes de manera natural (12). Se debe tomar suficiente calcio en la dieta o mediante suplementos. El calcio que aporta una nutrición balanceada, como se incorpora en bajas concentraciones en cada alimento durante el día, mejora su absorción intestinal, a diferencia de los complementos con calcio, que provocan una calcemia elevada, por lo que es más errática su absorción. Esto muestra que su administración debe estar pautada por profesionales.

Las mejores fuentes de calcio son los productos lácteos, vegetales de hojas verdes y pescados con espinas comestibles, legumbres, semillas y frutos secos (3).

- Los rayos solares ayudan al metabolismo y la fijación de la vitamina D en el organismo. A su vez la ingesta de esta vitamina en la dieta debe ser adecuada. Los niveles de vitamina D son mayores en varones que en el sexo femenino, y se equiparan cuando se llega a la tercera edad en ambos. Se observan valores bajos en la población en general, debido a varias causas como la disminución de la toma de sol diario, y por alteraciones cutáneas seniles que provocan menor absorción por la piel (3).
- Los niveles de la densidad de masa ósea también está afectada por tóxicos habituales como el hábito de beber alcohol, fumar y tomar café en exceso, lo que predispone a la osteoporosis, empeoran su pronóstico (3,11).

El alcoholismo y el hábito de fumar se asocian con mayor riesgo de OP, fracturas y menor DMO, debido al efecto tóxico del alcohol y de las sustancias del tabaco, sobre las células formadoras de la matriz ósea (5).

- **Café:** Para mejorar los depósitos de calcio, es conveniente disminuir la ingesta de café a menos de cuatro veces al día, ya que la cafeína estimula la liberación renal e intestinal del calcio sérico (1,11). Esto es importante dado el excesivo consumo de cafeína en la población actual, y cada vez más frecuente en los jóvenes, a través del consumo directamente de café, o por refrescos y bebidas ricas en cafeína, siendo esta etapa de la vida la más importante, para lograr y mantener una densidad mineral ósea conservada a futuro (11).
- **Tabaco:** El tabaquismo disminuye la absorción de calcio y acelera su excreción urinaria (1). Además generalmente los hábitos de vida no son saludables en los individuos que fuman, debido a que presentan una alimentación inadecuada, pobre en nutrientes y con menor consumo de productos lácteos; a esto se agrega la pérdida de peso y el sedentarismo asociado (11,5). Se ha observado en algunos casos que la deshabitación tabáquica, puede mejorar levemente la mineralización del hueso a nivel de cadera (1).
- **Alcohol:** Al igual que ocurre con el tabaco y el café, el alcohol es un ladrón del calcio, debido a que hay un incremento de la acción de los osteoclastos con el descenso de la osteogénesis (11). En algunos casos suelen mejorar el DMO cuando se elimina el alcohol de la dieta, pero principalmente mejora el equilibrio lo que evita lesiones por caídas (1,5).

### Nutrición en la prevención de la OP

Para mantener la homeostasia del metabolismo óseo de forma equilibrada se necesita una alimentación adecuada en minerales y vitaminas necesarias para el hueso. Los nutrientes tienen un efecto directo, ya que son necesarios para formar parte de la estructura del hueso, y también estos nutrientes actúan entre sí para mejorar el metabolismo óseo (5).

Es conveniente en las mujeres en la etapa de la menopausia, la dieta debe ser bien equilibrada y tendiendo a exceso y no a defectos en la alimentación. Ya que el aumento moderado de grasa corporal, sin presentar obesidad, ayu-

da a sintetizar hormonas femeninas colaborando en mejorar la densidad del hueso (5).

### Calcio

El calcio es el mineral fundamental para la formación del sistema esquelético, ya que interviene en el metabolismo del hueso junto con otras sustancias específicas, pero además el calcio participa en las funciones de otros sistemas del organismo (1,11).

Para lograr una buena homeostasia se necesita que el calcio se encuentre en valores normales fuera de las células orgánicas. Si las concentraciones de calcio son bajas, por déficit en la alimentación, el organismo desplaza el calcio del hueso a las zonas extracelulares, disminuyendo de este modo la mineralización del sistema osteoarticular. Para que esto no ocurra es fundamental aumentar este nutriente en la dieta diaria y en algunas situaciones implementar complementos ricos en calcio para llegar los niveles recomendados de 1.000 a 1.200 mg diarios (1).

Las proteínas son macronutrientes importantes en la cadena metabólica del calcio, ya que actúan mejorando la permeabilidad intestinal para su mejor absorción. El exceso de este mineral produce hipercalciuria, teniendo en cuenta que gran parte de este exceso procede de los productos lácteos (11).

Entre los alimentos ricos en calcio los más importantes son los productos derivados de la leche, que a su vez están enriquecidos con otras sustancias necesarias para la formación continua del hueso como fósforo, magnesio, zinc y las proteínas propias de los lácteos (5).

Actualmente en la sociedad hay un problema en aumento a nivel sanitario, debido a las bajas concentraciones de calcio y de vitamina D que se consumen a diario (5).

El consumo de todos los grupos de alimentos debe ser incorporado de forma equilibrada en cantidad y variedad. Teniendo en cuenta estas pautas es conveniente aumentar los alimentos que lo contienen como vegetales de hoja verde como espinacas y acelgas, remolacha, frutas, cereales integrales, pescados, legumbres y lácteo, y entre otros el cacao; además se deben incorporar suplementos con calcio cuando sea necesario (5,11).

Las concentraciones de calcio en el organismo varían según el momento vital por el que esté pasando el individuo. En el lactante, durante los primeros meses de vida mediante la lactancia materna, la absorción de calcio es del 55-60%, por lo que se necesitan ingestas abundantes para mantener una osteogénesis del binomio madre, bebé, correctas y equilibradas.

En la época puberal las concentraciones de calcio deben ser altas, en contraposición es una etapa donde los nutrientes están disminuidos por bajas ingestas selectivas de los jóvenes, lo que dificulta la mineralización correcta del hueso.

Pasada la etapa del climaterio aumentan las situaciones osteopenizantes debido a la alteración intestinal que empeora la absorción de los nutrientes provocando en muchos casos malnutrición, y disminución de peso, que lleva a la

perdida de masa muscular, asociado todo esto al aumento de los hábitos sedentarios (11).

### Concentraciones de calcio según las circunstancias vitales:

- Niños: 800 mg/día
- Adolescentes: 1.300 mg/día.
- Mujeres 20-50 años: 1.200 mg/día.
- Varones: 20-50 años 1.000 mg/día.
- Mujeres y varones 50-70 años: 1.200 mg/día.
- Vejez: 1.300 mg/día.
- Embarazo: 1.400 mg/día.
- Lactancia: 1.500 mg/día (11).

Si se incrementa la cantidad de calcio en la dieta se estimula la osteogénesis (5). Por lo tanto, el aumento del 1 al 2% de la DMO se debe al aumento de la ingesta de calcio, que se asocia a una reducción hasta del 10% el riesgo de fractura (24), esto durante el envejecimiento puede ser significativo (5).

### Vitamina D

Como ya se ha mencionado no solo el calcio interviene en el metabolismo óseo para mantener la salud del hueso, sino que debe ir acompañado tanto de fósforo y de vitamina D (1).

En países donde la incidencia de fracturas por OP es alta, la ingesta reducida de calcio inferior a 400-500 mg diarios entre hombres y mujeres de edad avanzada, está asociada a un mayor riesgo de fracturas. Si se incrementa la ingesta de las cantidades de vitamina D y de calcio, se observa una disminución de las posibilidades de padecer rotura ósea. Además ésta vitamina se debe obtener de fuentes alimentarias y de suplementos, cuando la exposición a la luz solar es limitada (12).

La vitamina D es un micronutriente como se vio anteriormente, que interviene en el metabolismo del calcio, tanto en la absorción intestinal, la difusión y el transporte activo. Además es fundamental para permitir el paso del fósforo y el calcio, a través de las vellosidades intestinales, ya que estas tres sustancias permiten obtener una correcta osteogénesis (11).

El anabolismo de la vitamina D, lo realizan las células dérmicas cuando se ven expuestas a la luz solar. Teniendo un papel preponderante debido a que el 90% del colecalciferol proviene de la energía solar, y el menor porcentaje se debe a la alimentación rica en esta vitamina.

Actualmente la población en general, principalmente más de la mitad de las mujeres con menopausia, tienen valores bajos e insuficientes de vitamina D, debido a varias causas, entre ellas vivir en zonas donde la luz solar es escasa en las estaciones invernales, y la exposición solar se ve muy reducida, el uso de cremas corporales con filtro solar y la postmenopausia, a lo que se agrega la vejez del

tejido tegumentario que altera la absorción de esta vitamina (1).

Debido a esto es importante realizar controles periódicos, principalmente a las personas de ambos sexos de la tercera edad, para comprobar si hay déficit y corregirlo, utilizando, tanto dietas ricas en esta vitamina, como fármacos si fuera necesario (25,26). Si la hipovitaminosis es menor de 30 ng/dl debe administrarse tratamiento médico (1).

Los alimentos en general están enriquecidos con esta vitamina en pequeñas concentraciones, lo que hace difícil mantener niveles adecuados de esta vitamina solo con la alimentación, ya que se sugiere un aporte diario de niveles altos, aproximadamente unas 800 UI (20 µg), siendo la recomendación del consumo de calcio diario de 1.200 mg o más, tanto en la OP preventiva o instalada. Las Guías de OP recomiendan administrar en conjunto el calcio y la vitamina D (1).

Al igual que con el calcio, el organismo debe aumentar sus concentraciones en las etapas de gestación, lactancia, neonatos prematuros y en la vejez. Esta vitamina se encuentra en algunos alimentos como el pescado azul, los huevos y productos derivados de la leche (11).

La vitamina D participa en la homeostasis del calcio, estimulando la osteogénesis osteoblástica. Además de intervenir en el hueso, actúa mejorando la función contráctil del sistema muscular (1,5), por lo que el déficit de la vitamina D, produce un deterioro muscular con debilidad, caídas, lo que eleva el riesgo de fracturas (1).

Esta deficiencia predispone al deterioro del sistema óseo, que se acompaña de hipocalcemia. Esta situación pone en marcha a la paratohormona eliminando el calcio del hueso para mejorar el calcio en sangre, llevando secundariamente a una pérdida de masa ósea, lo que predispone a la aparición de fracturas por fragilidad (1).

Además del fósforo y la vitamina D, otros micronutrientes intervienen en el metabolismo del calcio ayudando a mantener la estructura y la función ósea, entre ellos se encuentra el zinc, magnesio, vitamina K, A y C (11). Luego de la ingesta conjunta del calcio, vitamina D y fósforo, se ha observado una mejora de la masa mineral ósea transcurrido un año (5).

### **Fósforo**

Como ya se observó, el fósforo interviene en la síntesis ósea junto al calcio. El aumento de fósforo empeora la osteogénesis, ya que estimula un hiperparatiroidismo que elimina el calcio óseo, y empeora si se asocia de base una hipocalcemia.

Los alimentos ricos en fósforo son los productos cárnicos y lácteos, además derivados de granos enteros, bebidas gaseosas, semillas, frutos secos, y aditivos alimentarios. La relación calcio/fósforo siempre debe ser mayor o igual a uno, aunque en la sociedad occidental esta relación es inferior, con ingesta baja de calcio y mayor de fósforo (11).

### **Zinc**

Al igual que todos los minerales presentes en la homeostasis normal del hueso, el zinc también participa en la osteogénesis y destrucción ósea. Se encuentra en ingestas con bajas concentraciones, al igual que el calcio y la vitamina D, y del mismo modo si se aumenta el consumo de todos estos minerales, se mejora la mineralización del hueso.

El zinc se puede encontrar en una gran variedad de alimentos entre ellos mariscos, membrillo, productos cárnicos, caracoles, verduras de hoja verde, escarola, espárragos, tomate, calabaza, pan integral, huevos, frutos secos, legumbres (11).

### **Magnesio**

El magnesio localizado en el hueso, representa la mitad del total que se encuentra en todo el organismo (11), e interviene también en el metabolismo óseo. Su déficit es un problema que afecta a gran parte de la población, favoreciendo el riesgo de aparición de OP (5), ya que la hipomagnesemia se asocia a una pérdida de calcio óseo, que escapa a zonas extracelulares, debilitando al sistema osteoarticular (11).

Este mineral está presente como micronutriente en una gran variedad de productos alimenticios como son frutos de mar, hortalizas, derivados de la leche, frutas, setas, pescado azul, granos íntegros sin refinar (11).

### **Vitamina K**

La vitamina K también interviene de forma beneficiosa en el metabolismo del calcio (11).

Esta vitamina interviene en la estructura de algunos alimentos de la dieta diaria como brócoli, coles de bruselas, aguacate, cereales y kiwi, y en menor cantidad en productos cárnicos, y derivados del mar y de la leche (1,11).

La vitamina K además de intervenir en la homeostasis ósea, interviene en la cascada de la coagulación (1). Interviene además en la síntesis de sustancias precursoras, la osteocalcina, que va a estimular la formación del hueso y el aumento de los depósitos de calcio en el sistema esquelético (5).

El déficit de vitamina K, produce osteocalcina anómala llamada infracarboxilada, con baja DMO, que a su vez aumenta la posibilidad de generar rotura del hueso (1,5), y actúa de forma conjunta con la vitamina D (1).

### **Vitaminas A, C, y del grupo B**

Las vitaminas A y C son importantes sustancias en la conservación de la homeostasis del hueso. El déficit importante del ácido ascórbico predispone a la disminución de masa ósea.

Una variedad importante de productos alimenticios contienen esta vitamina, como frutas cítricas, pimientos, papa, coliflor, espinacas, espárrago, puerro, tomate, legumbres; y la vitamina A se puede encontrar en hígado, zanahoria, mantequilla, verduras de hoja verde, calabaza, melón, huevos, albaricoque, guisantes, derivados lácteos, pimienta (11).

La vitamina A debe ser ingerida en dosis adecuada, ya que su exceso produce el efecto contrario en el sistema osteoarticular, aumentando el proceso de resorción y disminuyendo la osteogénesis, lo que debilita el sistema esquelético, predisponiendo a la rotura del hueso, empeorado debido a que a su vez, disminuye la acción de la vitamina D (1).

Tanto la vitamina A y C tienen además funciones antioxidante. El ácido ascórbico actúa en equilibrio en el remodelado óseo mejorando la mineralización esquelética. Y como las demás vitaminas, si esta en niveles aumentados, actúa de forma inversa en la remodelación del hueso (5).

Las vitaminas del grupo B, actúan en la homeostasis de la homocisteína, y a su vez esta sustancia en baja proporción es muy importante en la salud ósea. El incremento de la homocisteína dificulta la función de los osteoblastos y osteocitos, perjudicando la formación y el remodelado óseo por lo que debe evitarse la deficiencia de este grupo de vitaminas (5).

### **Influencias nutricionales que condicionan la masa ósea**

Una alimentación saludable y equilibrada va a repercutir en un correcto remodelado óseo, evitando o retrasando la aparición del déficit de la densidad mineral ósea como la osteopenia y la osteoporosis (5).

### **Lácteos**

- La leche y sus derivados, el yogurt y el queso, forman el principal pilar de la ingesta de calcio, y proporcionan una fuente muy accesible del calcio a la dieta (1). Hay una interrelación directa entre la ingesta de lácteos y la eficiente calidad ósea, y a pesar de estos conocimientos el consumo de productos lácteos en general ha disminuido de forma considerable (5), empeorando de este modo la masa ósea y aumentando la predisposición de manifestar OP con el tiempo. El calcio que aportan los lácteos son asimilados fácilmente en la mucosa intestinal (11).
- El yogur es un alimento con grandes beneficios, que se conocen desde las épocas de antaño. Es rico en lactobacilos como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que se obtiene por procesos de fermentación. Estos microorganismos mejoran la microbiota intestinal, que a su vez también actúan en la salud ósea.

Este alimento tiene un valor nutricional muy importante ya que es rico en concentraciones altas de calcio, de vitamina A y del grupo B. Es más saludable que la leche ya que contiene aminoácidos y calcio en mayor proporción (1).

#### *Beneficios del yogur:*

- Las proteínas del yogurt, presentan mejor absorción intestinal, siendo muy útiles en las etapas extremas de la vida, niños y ancianos.

- Un yogur, puede aportar hasta 300 mg cálcico según la variedad, acercándose en parte a las necesidades de calcio que el organismo requiere diariamente. Además aumenta la incorporación de la vitamina K y del grupo B.
- Contiene menos lactosa que la leche, por lo que es mejor tolerado por personas con intolerancia a este azúcar lácteo, ayudando a la ingesta de calcio y de la mejora del hueso (1).

### **Fitoestrógenos**

Los fitoestrógenos son compuesto naturales que se encuentran en la soja en mayor cantidad, y tienen una acción similar a los estrógenos femeninos ya que se unen a los mismos receptores celulares. Estas isoflavonas se localizan además de la soja, en frutas y en el té.

Al igual que los estrógenos tienen una función directa sobre la densidad mineral del hueso, manteniendo de este modo en equilibrio la génesis y destrucción ósea, por lo que han demostrado mejorar la salud esquelética (1).

### **Omega 3**

Los llamados ácidos grasos poliinsaturados (AGP) intervienen también en el remodelado óseo. En las etapas tempranas de la vida, tanto en niños como adolescentes, la dieta debe ser rica en nutrientes que contengan altas concentraciones de ácidos omega 3, y baja en omega 6, ya que esta relación mejora la mineralización del hueso, para mantener una densidad ósea adecuada. Estos ácidos grasos poliinsaturados omega-3, parecen ser beneficiosos para la salud del hueso por modular la actividad de los osteoclastos y osteoblastos, controlando también los procesos inflamatorios y la homeostasis cálcica (5). En contraposición si la ingesta de AGP es mayor en la relación omega-6/omega-3 el remodelado principalmente de cadera disminuye tanto en varones como mujeres, en menores de 50 años (1).

El aumento del consumo de pescado, rico en AGP, entre 3 o más veces en siete días, mejoran la densidad osteoarticular (5).

### **Grasas**

Las grasas no saludables, principalmente las saturadas en exceso, afectan el metabolismo óseo debido a la falta de asimilación intestinal del calcio. Estas grasas unidas al calcio no pueden ser utilizadas por el organismo, y se evacúan a nivel intestinal. Actualmente la población en general ha disminuido los productos animales incluidos los derivados lácteos, y aumentando las grasas saturadas, lo que entre todo empeora la trama mineral del hueso (11).

### **Potasio**

La ingesta alta o los suplementos de potasio mejoran el balance del metabolismo del calcio y reducen a corto plazo la resorción ósea aproximadamente en menos de 6 meses, pero no se han realizado estudios a largo plazo (1).



## **Aguas**

Hay una relación directa entre el bicarbonato y la mineralización esquelética. Dentro de las aguas embotelladas se deben elegir aquellas que contengan altas concentraciones de bicarbonato y calcio, y bajos niveles de fosfatos, ayudando junto a las dietas equilibradas al mantenimiento del metabolismo osteoarticular (1).

## **Hidratos de carbono**

Los carbohidratos son macronutrientes que también intervienen en las reacciones químicas del calcio que proviene de la alimentación.

Dentro de los carbohidratos, la lactosa mejora los niveles de calcio a diferencia de la sacarosa que lo empeora. El azúcar natural de la leche mejora la disponibilidad del calcio, a nivel de la mucosa intestinal (11); en cambio la sacarosa, aumenta la insulina sanguínea y ésta a su vez disminuye la reabsorción del calcio a nivel renal, lo que provoca una hipocalcemia (5,11).

## **Proteínas**

En la tercera edad, la malnutrición es una causa importante de desmineralización que desencadena la OP, como se vio anteriormente. El aumento de la ingesta de proteínas en la dieta, mejora significativamente la debilidad del hueso (1).

Como todos los nutrientes, si se consumen en exceso producen el efecto contrario al esperado, que es mantener la salud del organismo y en particular del hueso, por lo que es beneficioso que los niveles proteicos ingeridos no superen los 1,5 g/kg/día de proteína (5).

Cuando las concentraciones de las proteínas son elevadas provoca la desmineralización del hueso, y la afección del sistema urinario, afectando el metabolismo de calcio, del fósforo y de la vitamina D (1). Esta ingesta proteica excesiva aumenta la producción de ácidos, y favorece la movilización de calcio óseo y su eliminación urinaria (5).

Las proteínas no solo actúan en el metabolismo del hueso, sino que también intervienen en la formación y conservación saludable del sistema muscular. Además disminuyen la síntesis de paratohormona y mejoran la secreción de factor de crecimiento insulínico tipo 1, que estimulan la osteogénesis por mejorar la permeabilidad digestiva para el calcio y el fósforo, lo que estimula de forma positivo el remodelado óseo.

Es necesaria una relación calcio/proteínas de 20 mg/g para mantener correcta la salud del hueso. Cuando esta relación calcio/proteínas es baja, próxima a 10 mg/g, se debe mantener un buen nivel de los aminoácidos de la dieta y a su vez aumentar las concentraciones de calcio (5).

## **Fibra**

El aumento excesivo de fibra altera la biodisponibilidad del calcio a nivel de la mucosa intestinal (5,11). Esta situación empeora cuando los niveles de fibra de la dieta son elevados o las concentraciones de calcio están disminuidas, por lo que afectan al metabolismo óseo (11).

Otra función fundamental de la fibra dietética que interviene en la osteogénesis de forma secundaria, se debe a que la fibra es el alimento de los microorganismos saprófitos que pueblan la mucosa intestinal, predisponiendo a una eubiosis lo que mejora la permeabilidad de la mucosa principalmente del duodeno donde se absorbe el calcio (5).

## **Nutrientes adversos para el metabolismo óseo**

### **Sal**

Actualmente es habitual un exceso en el consumo de sal en las comidas, lo que resulta negativo para la masa ósea (11), ya que este aumento de cloruro de sodio, inhibe la retención de calcio a nivel del sistema renal (1), debido a que el sodio se elimina junto al calcio a nivel urinario (11). Este aporte excesivo de sodio que es frecuente en las poblaciones desarrolladas, aumenta la pérdida de calcio por orina, que predispone a la disminución de la densidad del hueso, lo cual está agravado, si la ingesta tanto del calcio y de vitamina es escasa (5).

En la etapa de la postmenopausia femenina, si el consumo de cloruro de sodio es elevado durante un mes, se observa un incremento en la función de los osteoclastos. Debido a esto es muy importante disminuir la ingesta de sal a menos de 6 gr/día en la dieta habitual, y limitar principalmente alimentos procesados.

Una solución es añadir sal potásica a la sal convencional, para evitar que el calcio se elimine por vía urinaria, ya que esto provoca la movilización del calcio óseo hacia el sistema circulatorio (1).

### **Acidosis metabólica**

El aumento de ácidos metabólicos en la alimentación generan efectos negativos sobre la homeostasis del hueso, acompañada de desmineralización por pérdida del calcio por el hueso, y el aumento de la pérdida cálcica a nivel renal (1).

Este aumento de la acidosis lo promueven las proteínas, tanto los aminoácidos de origen animal como vegetal. Los alimentos implicados ricos en proteínas son pescado principalmente azul, productos derivados de la leche, y legumbres (1).

## **EJERCICIO FÍSICO: PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO EN OSTEOPOROSIS**

Una de las medidas más beneficiosa para prevenir las fracturas osteoporóticas, es realizar actividad física, en particular aquella que mantiene o incrementa la potencia muscular, la coordinación y el equilibrio que interviene como un importante determinante para prevenir las caídas.

Además, una actividad regular de levantamiento de pesos a lo largo de toda la vida, especialmente de forma vigorosa, aumenta la masa ósea máxima durante la juventud y de este modo ayuda a conservar la masa ósea hasta la etapa adulta (12).

Según el Colegio Americano de Medicina Deportiva, el ejercicio físico presenta varios beneficios entre ellos es mejorar la sensación de bienestar físico, emocional, recuperar las aptitudes de las tareas cotidianas, y mantener la autonomía personal (11).

El deporte de diferente intensidad, es la principal herramienta para evitar el rápido comienzo de la OP y además se considera parte del tratamiento de esta enfermedad.

Para lograr un aumento de la densidad mineral ósea, la actividad física se debe realizar de forma regular y constante, teniendo en cuenta que esta actividad debe depender de las condiciones físicas de base que presenta el individuo para evitar lesiones.

Este hábito deportivo debe ser incentivado desde las primeras edades y mantenerlo a lo largo de la vida, de este modo cuando se alcanza la adultez y se instala la menopausia, se llega con un buen nivel de la mineralización ósea, lo que disminuye y retrasa las secuelas esqueléticas, y además al mejorar la masa ósea y muscular, mejora la fuerza en extremidades inferiores y el equilibrio, tan importante en estas etapas.

Además se debe evitar los hábitos tóxicos como fumar y las bebidas alcohólicas en estas edades, ya que son factores que intervienen en la densidad mineral del hueso (11).

El ejercicio físico es fundamental para mantener la salud en general, y específicamente el buen funcionamiento del sistema orteoarticular y muscular, que interactúan entre sí. El objetivo es evitar o disminuir el comienzo de la osteoporosis, así como su influencia en mantener un estilo de vida saludable y las capacidades de las actividades diarias de forma independiente.

En el programa denominado Activa Salud Ósea, del grupo de trabajo de Avilés-Martínez y colaboradores, se estudió a las mujeres que realizan ejercicio físico, y se observaron beneficios tanto en el ámbito físico como en el psicológico. Sin embargo, no se destaca mejoría significativa en la función física y el dolor corporal, ya que la puntuación del dolor aumentó y la percepción de mejoría disminuyó. Esta percepción de mal estado de salud que tienen estas féminas en la etapa del climaterio, predispone a mantener los hábitos sedentarios. Aunque la elevada percepción dolorosa en este grupo etario se debe al bajo nivel de la condición física del que partían estas mujeres, lo que las hizo ser conscientes de sus limitaciones funcionales, al incorporarse a un programa de ejercicio físico de intensidad moderada-alta.

El entrenamiento programado y reglado, basado en el ejercicio aeróbico, con incremento de ejercicios de impacto y de carga, se traduce en una mejora sustancial de la cantidad máxima de oxígeno, y la distancia alcanzada en las pruebas de fuerza.

Además de los beneficios físicos, aproximadamente el 70% de las mujeres experimentó una mejora en el estado anímico. El proceso de socialización que se lleva a cabo en el tiempo estipulado de la realización deportiva, que comparte con sus iguales, mejora las habilidades, además de las físicas, las mentales, emocionales, la autoestima y la autonomía (27).

La falta de actividad física si continúa en el tiempo, actúa a favor de la aparición temprana de OP. Contrariamente a esto, si se realiza ejercicio físico regular, mejora la osteogénesis, y además la hipertrofia y fuerza del tejido muscular (3).

El objetivo que se debería manejar es mantener un IMC dentro de los límites normales, realizar ejercicios que mejoren la actividad cardiovascular y además ejercicios anaeróbicos que estimulan el remodelado óseo. Se ha observado que un entrenamiento de seis semanas, aumenta la fuerza muscular y el contenido mineral óseo, principalmente cuando se ha instalado el climaterio (6).

Para comenzar con una rutina de actividad deportiva desde leve a moderada se debe evaluar:

- Años del usuario.
- Actividad diaria.
- Estado físico pre-entrenamiento.
- Patologías previas invalidantes (6).

La actividad física debe ser adecuada para cada persona según sus características personales intentando que se realice varias veces en semana, de forma constante y de intensidad media.

Se aconseja un ejercicio en el que el ritmo cardíaco no supere los 130 latidos por minuto, debe integrarse en los hábitos diarios de vida o al menos realizarlo dos o tres veces por semana en sesiones de 30 minutos, finalizando con un periodo de estiramiento (6). Es importante adquirir hábitos de entrenamiento, el cual forme parte del estilo de vida de las personas (11). El beneficio del ejercicio desaparece al dejar de realizarlo, por lo que debe proporcionar algún grado de disfrute que permita mantenerlo a largo plazo (28).

Es conveniente disminuir los movimientos de flexión porque pueden aumentar las roturas óseas, debido a la debilidad vertebral, a diferencia de los movimientos de extensión que son necesarios (11).

En los casos de osteoporosis hay una correlación entre el entrenamiento físico y la densidad mineral del hueso. Dependiendo del estado físico de la mujer al comenzar la menopausia, será la actividad física que pueda realizar, como nadar, montar bicicleta, ejercicios de fuerza y resistencia; siempre teniendo como objetivo el aumento significativo del remodelado óseo, principalmente lumbar; además de mejorar el equilibrio, y reducir el riesgo de las caídas inesperadas (6).

La actividad deportiva es importante llevarla a cabo desde las edades tempranas de la niñez. Para mantener la masa ósea y también la muscular es recomendable la actividad anaeróbica.

El deporte de élite en el sexo femenino predispone a la disminución de la densidad ósea y por ende desencadena la OP. Esta actividad de competición, genera una disminución de estrógenos por dos vías de acción, una por la inhibición menstrual, y otra debida a la pérdida de peso y el bajo IMC.

Esto se observa aproximadamente en la mitad de las atletas de élite. Si la mujer comienza con amenorrea, la densidad mineral ósea se perjudica aunque deje de realizar ejercicio físico de competición, teniendo gran riesgo de fracturas y de OP prematura, por lo que se debe mejorar el peso corporal, para aumentar los niveles grasos del cuerpo, llevados a cabo por una equilibrada nutrición, y disminución de la intensidad del entreno (11).

Cualquiera sea la edad del individuo, es importante la realización de actividad física reglada para aumentar la masa muscular, que actúa como un estímulo mecánico y ayuda a la adquisición y el mantenimiento de la masa ósea, mejorando la estructura del hueso.

En la tercera edad, el ejercicio físico inhibe la descalcificación, además de aumentar y reforzar el tejido muscular, a diferencia de lo que sucede con la falta de movilidad, que acelera la osteopenia. Además mejora el equilibrio y previene lesiones por inestabilidad, lo que permite evitar las caídas que predisponen a las fracturas (5). Esto pone de manifiesto la importancia de eliminar el sedentarismo y la inactividad, porque produce una pérdida acelerada del hueso (11), debido a que favorecen la desmineralización (5).

Es importante realizar un programa de actividad física para mantener la condición aeróbica y la fuerza muscular, teniendo como objetivo principal, mantener el equilibrio del metabolismo del hueso.

En la tercera edad, si la capacidad física está disminuida, asociada a una rotura ósea debido al climaterio, y se observa una dependencia funcional, en estos casos se deben realizar actividades físicas que se basen en soportar el propio peso, con bajo riesgo e impacto, y caminar con o sin carga, más de 3 días a la semana durante 40 minutos aproximadamente, y si está limitado para caminar se puede utilizar la bicicleta estática. Con este entrenamiento hay un aumento menor del 1% de la densidad mineral ósea en la columna lumbar, a diferencia de las personas sedentarias que presentan una pérdida mayor del 6%. Esto pone de manifiesto que a pesar de los bajos resultados obtenidos con el entrenamiento, no se continúa perdiendo masa ósea como sucede en la inactividad física, por lo que sigue siendo altamente recomendables el ejercicio físico (11).

La actividad deportiva es un hábito fundamentalmente saludable en cualquier etapa de la vida, incluida la época del climaterio en el sexo femenino. El sujeto que realiza entrenamiento físico, mejora la función del sistema osteoarticular (6).

El entrenamiento para la prevención de la OP, combinando ejercicios de resistencia, fuerza e impacto, son efectivos para mantener los niveles de densidad mineral ósea en mujeres posmenopáusicas. El ejercicio físico solo, sin tratamiento farmacológico, es eficaz para la prevención de la OP (29).

Los diferentes tipos de ejercicio físico para la OP postmenopáusica, obtuvieron mejoras en la variable de la DMO (6).

Se pueden realizar diferentes tipos de actividad física entre ellas se encuentran el trabajo de equilibrio, fuerza-resistencia, carga e impacto; ejercicios acuáticos, terapia vibracional corporal, Tai-Chi y pilates. Las distintas variables que pue-

den medir la eficacia de estas técnicas son: Dolor, riesgo de caídas, equilibrio, fuerza muscular, percepción de calidad de vida, y la variable principal es la medición de la DMO (6).

### **Ejercicios anaeróbicos**

El ejercicio realizado regularmente de resistencia, carga e impacto, aumenta la masa muscular y la masa ósea, con efectos beneficiosos en la microarquitectura ósea (28), y además se observa una mejoría significativa en la capacidad y fortaleza física (11).

La actividad física puede medir el equilibrio, el binomio fuerza-resistencia, y la carga e impacto. Para evaluar estos parámetros, el estudio consistió en realizar 1 sesión semanal durante seis meses, de entrenamiento de equilibrio, de fuerza en miembros inferiores y de impacto, además de un entrenamiento diario en casa de 20 minutos con los mismos ejercicios realizados en las sesiones guiadas, y en los seis meses restantes del año, solo entrenamiento en casa. Esto provocó un aumento del equilibrio y de la fuerza en miembros inferiores, con DMO sin modificar, y descenso del riesgo de ruptura del hueso (6). Para fortalecer el tren superior, de carga, impacto, equilibrio, y mejora de la resistencia, se pueden realizar 3 sesiones por semana durante 1 hora de duración, además de realizar 10 saltos en casa 3 veces al día durante 9 meses, lo que provocó una mejora en la DMO de cadera evaluada con densitometría ósea (6).

### **Ejercicios anaeróbicos en conjunto con actividades acuáticas**

Rodríguez Moldón y colaboradores, realizaron durante los tres primeros meses un trabajo que consistió en realizar ejercicio físico llevado a cabo en un gimnasio, 3 veces por semana durante 1 hora, centradas en fuerza, resistencia muscular, equilibrio y movilidad articular. Posteriormente dos sesiones se continuaron en el gimnasio y una en piscina. Los resultados arrojaron un incremento de la mineralización de la zona próxima del fémur, con mejora en la capacidad funcional física (6).

La combinación de ejercicios de fortalecimientos, con ejercicios acuáticos, resultó más eficaz en la mineralización ósea. Esta doble terapia sumó los efectos positivos de cada una de ellas individualmente, con mayor efectividad.

El fortalecimiento combinado tanto en el gym como en el agua, resultó favorable en el aumento de las funciones y aptitudes en el plano corporal. Las actividades acuáticas tienen un efecto antiinflamatorio por la temperatura del medio y la falta de gravedad, lo que permite que el sistema osteoarticular y muscular mejore, independientemente de la incapacidad de movilidad ya preexistente (6).

De esto se desprende que el ejercicio acuático es efectivo para mejorar la OP, pero debe recomendarse de forma combinada, mejorando la calidad de la densidad ósea, del equilibrio, de la fuerza y de la capacidad funcional, además esto disminuye el riesgo de caída y consecuentemente de fractura en los adultos mayores con OP, en comparación a los individuos que son sedentarios (30).

### Abordaje con terapia de vibración a cuerpo completo

Cuando el entrenamiento se realiza 2 veces en semana durante 1 hora, con ejercicios aeróbicos, trabajo de equilibrio, coordinación, ejercicios funcionales, isométricos de fuerza, estiramientos, y trabajo del tren superior e inferior sobre una plataforma vibratoria, se observan aumentos significativos en la DMO en la columna lumbar, con disminución de las caídas debido a la mejora del equilibrio, por lo que los ejercicios físicos con vibración lograron mejorar la masa ósea (6).

### Abordaje con Tai-Chi

El entrenamiento diario de ejercicios de Tai-Chi durante un año, complementados con la administración de calcio y vitamina D3, mostraron que la densidad ósea mejoró (6). Al igual que el taichí, el yoga también mejora la DMO, el tono muscular y el equilibrio con reducción del riesgo de caídas (1,3,28).

### Abordaje con Pilates

Los ejercicios de pilates básicos llevados a cabo durante un mes y medio, seguidos de pilates de fortalecimiento otros tres meses, y fitball 1 mes y medio más, mostraron mejoría en la densidad mineral del hueso, en el rendimiento físico y en la calidad de vida.

El aumento del rendimiento físico se debe al aumento de la fuerza muscular, que se logró mediante las actividades de pilates de fuerza y fitball (6).

### Equilibrio

El objetivo de realizar ejercicio de forma regular, es mejorar las funciones corporales en general, lo que incluye al sistema osteomuscular. A nivel del tejido muscular, el trabajo tanto aeróbico como anaeróbico permite mayor estabilidad del cuerpo, y si se mantiene en el tiempo mejora el equilibrio cada vez más.

### Riesgo de fracturas

Los beneficios que aporta el entrenamiento físico, mejoran las capacidades funcionales del músculo y del sistema osteoarticular, disminuyendo las complicaciones de la OP, que son las fracturas por fragilidad que se producen por golpes de baja intensidad además de mejorar la masa mineral ósea.

### Síntomas

La actividad deportiva mejora la sensación de dolor en la personas con OP, del mismo modo que los ejercicios articulares también reducen el dolor. A su vez, el aumento en la calidad de vida, se relaciona con el ejercicio físico debido a que promueve un aumento de la autoestima, hábitos saludables y además fomenta de la socialización con los iguales (6,27).

## HUESO Y MICROBIOTA INTESTINAL

La complejidad del metabolismo óseo, tiene conexiones que alcanzan a la microbiota del organismo. Este microbioma regula una diversidad de funciones fisiológicas, incluido el metabolismo del hueso (31,32).

Desde el punto de vista biológico se considera que el microbioma es el segundo genoma humano por la diversidad de funciones en las que interviene, y debido a las técnicas de estudio genético de la secuenciación del gen 16S rRNA, se ha logrado analizar grandes grupos de bacterias saprófitas (31).

La microbiota específica del intestino puede proporcionar biomarcadores efectivos en el diagnóstico y en el pronóstico de enfermedades óseas y otros rasgos fenotípicos (33).

El gran número de especies bacterianas que forman la microbiota, se modifican a diario debido a los cambios de la alimentación, pero en general mantiene su constitución basal a pesar de posibles alteraciones temporales. La microbiota intestinal tiene una composición general en cada especie, pero está influenciada en gran parte por diferencias individuales como son el nivel del IMC, el estado del sistema inmune, y los hábitos alimenticios.

Estos microorganismos saprófitos residentes en las superficies corporales son diferentes, siendo mayor la diversidad microbiana en el tracto intestinal, además de ser la más abundante y la más aislada del exterior.

Este pool de bacterias colabora en diversas funciones del organismo, interviene en la digestión de los alimentos, en la producción de vitaminas, en el control de las bacterias patógenas, además estimula la proliferación y supervivencia celular, y refuerza la función de barrera intestinal. Por todo esto se considera al microbioma del sistema digestivo, como un sistema con funciones propias.

El gran número de microorganismos y su material genético, intervienen de forma directa en la homeostasis de la inmunidad del individuo, permitiendo desarrollar una nueva disciplina, la osteoimmunología. Esta disciplina muestra la relación que involucra al sistema esquelético con el aparato inmune, y el microbioma intestinal (31).

El desequilibrio de la microbiota del intestino, agrava las patologías inflamatorias del tracto intestinal, lo que puede predisponer al desarrollo de tumores del tracto digestivo, además su influencia también se observa en diferentes sistemas de la economía como son el respiratorio, cardíaco, esquelético y el tejido graso (31).

### Salud ósea

Los microorganismos más conocidos que ayudan a mantener la salud ósea, son los del género lactobacillus y bifidobacterium. Estos microorganismos bacterianos, tienen la capacidad de producción de vitaminas como la D, C y K, importantes para el mantenimiento de la densidad ósea, al igual que los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), contribuyendo a la disminución de la resorción ósea.

La alteración de la microbiota intestinal, se acompaña de una debilitación de la barrera del sistema digestivo y del aumento de la permeabilidad intestinal. Este desequilibrio del sistema digestivo lleva además, a un aumento de la translocación bacteriana y de las células proinflamatorias, lo cual es responsable en parte del mecanismo de resorción del hueso.

Entre las bacterias intestinales que aumentan la reabsorción intestinal de calcio, se encuentran los *Lactobacillus helveticus*, causando un aumento de la masa ósea. Se observa que cuando a nivel digestivo, principalmente en el duodeno, hay una disbiosis intestinal, esta se relaciona con procesos inflamatorios del sistema osteoarticular, artritis reumática y psoriasis juvenil (32), sin ser tan conocida su relación con las enfermedades metabólicas óseas como la OP (31).

### Influencias de la microbiota sobre el hueso

El microbioma puede influir en la morfología y la densidad del hueso (34). La microbiota intestinal es imprescindible para el correcto desarrollo del sistema inmunológico desde el nacimiento. La microbiota localizada en la mucosa intestinal permite el intercambio de moléculas con un tamaño menor de 3,5 kDa en la luz del intestino. Las células inmunes, linfocitos T y células dendríticas, interactúan con la microbiota digestiva, emigrando luego a los ganglios linfáticos, donde inducen respuestas inmunes pro o antiinflamatorias (31).

En la inmunidad innata, los receptores tipo Toll (TLR), intervienen en la conservación de la mucosa del intestino, para mantenerla intacta y lograr de este modo una absorción correcta de los nutrientes. Además los microorganismos tienen un destacado papel en el mantenimiento de la barrera intestinal y el control de las bacterias invasivas.

La microbiota duodenal, interviene en la secreción de micronutrientes como los AGCC y de carbohidratos complejos, que activan a su vez la inmunidad innata celular. Hay una relación estrecha entre los micronutrientes y los receptores celulares del hueso:

- Receptores TLR2, responden a peptidoglicanos,
- Receptores TLR4, responden a lipopolisacáridos,
- Receptores TLR5, responden a flagelina (31).

Si los antígenos bacterianos llegan a la submucosa, puedan activar directamente a los linfocitos T, aumentando las células CD4+ que estimulan la respuesta Th17, Th1 y T-reg, y como resultado hay un aumento de diferentes interleucinas (31). Los microbios residentes en el intestino tienen una fuerte influencia en la aparición y/o el mantenimiento de los subconjuntos de células T CD4+, como los *Bacteroides fragilis* que influyen en la aparición de las células Th1 y la diferenciación Treg (32).

El pool saprófito de microorganismos intestinales, tiene una relación directa con el sistema inmune, interviniendo a su vez, ambos con el sistema óseo.

Las células Th17 activan el sistema RANK-RANKL-OPG; y el aumento de las IL17, se acompaña de otras citocinas proin-

flamatorias como son TNF, IL1, IL6, RANKL, y de valores disminuidos de gamma interferón. Este patrón de citocinas promueve una actividad osteoclastogénica con aumento de la resorción ósea, por el incremento de la producción de RANKL por los linfocitos, y por el estímulo de TNF (factor de necrosis tumoral), IL1 e IL6 sobre la expresión de RANKL. RANKL es una proteína que interviene en la remodelación del hueso, sintetizada principalmente por los osteoblastos y otras sustancias como agentes de crecimiento proresortivos (31).

En la relación entre el sistema digestivo y el sistema óseo, se observan varios mecanismos de acción. Entre estos mecanismos se encuentra el sistema inmune, y la activación de las vías proteicas RUNX y OPG. La proteína RUNX es un factor codificado por el gen *runx1* (31); y la proteína soluble osteoprotegerina (OPG), similar a otros miembros de la familia del TNF, actúa como receptor del RANKL (35), y participa, en la diferenciación y activación de los osteoclastos (31). La diferenciación y activación de los osteoclastos, que son las células especializadas que degradan la matriz ósea, se encuentran reguladas de forma decisiva por OPG y RANKL. Su actividad biológica contrarresta los efectos del RANKL al competir por la activación del receptor activador del factor nuclear  $\kappa$ B, y de esta forma inhibe la diferenciación y activación de osteoclastos y disminuye la resorción del hueso (35).

El sistema paracrino inhibe la desmineralización ósea, ya que frena la función del RANKL. Esto por lo tanto estimula la osteogénesis. Además, el aumento de la producción de serotonina, activa el eje intestino-cerebro, que se acompaña de efectos óseos, ya que el bloqueo de la producción de serotonina produce un aumento de la densidad del hueso. Otro de los metabolitos bacterianos que modulan la formación y mineralización del hueso, son los AGCC (31).

### Relación del microbioma y el sistema óseo

A diferencia de lo esperado, se observa en algunos estudios con roedores, que la densidad mineral del hueso aumenta, cuando nacen en un sitio aséptico, en comparación con otros ratones con el microbioma específico de la especie conservado. Esta diferencia se cree que es debido a la falta de activación de las células inmunitarias, lo cual se refleja en la disminución de células inmunes como los linfocitos, además de células óseas como osteoclastos y blastos a nivel medular. A los dos meses de vida de estos ratones, se observa que la densidad del hueso es mayor del 40% con respecto a los ratones con microbiota normal.

Estos valores muestran que el aumento de la masa ósea descende, cuando se repone el pool normal de microorganismos saprófitos en el sistema digestivo (31,32).

Los ratones libres de microbiota no pueden sintetizar los AGCC, afectando la circulación del IGF-1 y condicionando el desarrollo del metabolismo esquelético (34).

Los antibióticos como penicilina y tetraciclina dadas a dosis muy bajas, mejoran la densidad mineral del hueso, bloqueando la desmineralización que se produce luego de la extirpación quirúrgica de los ovarios (31,32). En con-

traposición, el tratamiento crónico con antibióticos por vía oral desequilibra la microbiota intestinal afectando de forma indirecta, a la masa y densidad del hueso (34). El tratamiento con probióticos previene la pérdida ósea inducida por ovariectomía (31,32).

### Relación directa entre la microbiota y el sistema ósea

La composición de la microbiota intestinal y su manipulación puede afectar a la salud ósea, independientemente del sistema inmune, debido a la influencia bacteriana sobre la absorción del calcio en el tubo digestivo, y a la producción intestinal de serotonina (34).

La presencia de bacterias filamentosas fragmentadas (SFB) en el microbioma intestinal, provoca una expansión local de células proinflamatorias Th17, que migran a los ganglios linfáticos, activando a las células B productoras de anticuerpos. Estos anticuerpos mediados por el sistema inmune, provocan lesiones de las articulaciones, desarrollando artritis reumatoide (34). Además de la artritis reumatoide, la osteoartritis y la OP también son influenciadas por la acción de la microbiota intestinal (34).

El uso de *Lactobacillus reuteri*, eleva los valores en sangre de la vitamina D, en personas sin patologías previas, influyendo de este modo en la absorción del calcio, lo que al mantener los valores del calcio sérico se logra una correcta salud ósea. La ingesta dietética de fibra mejora la absorción del calcio, debido a que después de que la fibra sea fermentada por la microbiota, reduce el pH intestinal, con disminución de la formación de fosfatos de calcio e incremento de la absorción de calcio y la producción de AGCC como el butirato. Este último es un componente importante en el metabolismo del hueso ya que aumenta el transporte de este mineral (34).

Dentro del metabolismo óseo interviene también la serotonina (5-HT), que es sintetizada a nivel del intestino. Las células enterocromafines del duodeno son las responsables de la síntesis de serotonina intestinal, modulada parcialmente por la microbiota del tubo digestivo. A su vez la serotonina actúa directamente en el sistema osteoarticular, inhibiendo la formación de las células óseas formadoras de hueso (34).

### Microbioma duodenal como tratamiento a futuro

Se puede modificar la composición de la microbiota intestinal por diferentes situaciones como son, el uso de antibióticos, los cambios en los hábitos dietéticos y el uso de prebióticos y probióticos. Estos cambios que favorecen o empeoran la composición de la microbiota, pueden tener efectos en la salud del hueso (34).

Los probióticos tienen un efecto inmunomodulador. El probiótico que contiene *Lactobacillus*, ha demostrado tener un efecto antiinflamatorio y protector óseo, por lo que en afecciones como la pérdida de hueso inducida por la periodontitis, se ha propuesto el uso de probióticos como terapia moduladora (34).

En la artritis, el uso de *Enterococcus faecium* en combinación con el tratamiento de metotrexato, potencian el efecto beneficioso del fármaco y evitan la pérdida de la densidad

ósea, aunque cuando el *E.faecium* se administró sólo no presentó el mismo efecto significativo (34).

Se observó que al suministrar lactobacilos del genero *helveticus* en el grupo etario de la tercera edad, aumentó la disponibilidad a nivel intestinal del calcio.

Los prebióticos son indispensable para la salud intestinal, ya que son los nutrientes de la microbiota del tracto digestivo, lo que ayuda a mantener en equilibrio la eubiosis de este sistema, mejorando la simbiosis funcional que presenta con el huésped. El efecto de los prebióticos es también beneficioso sobre la absorción intestinal del calcio, llevando a un aumento de la mineralización del hueso (34).

### Deficit hormonal: Microbioma y sistema óseo

La carencia de los estrógenos que son las principales hormonas femeninas, son las responsables de que se produzca y se exprese la OP por estados fisiológicos como la menopausia, y debido también a cirugías ováricas, ambas situaciones con pérdida estrogénica.

Esta disminución es un factor preponderante en la aparición de la OP posmenopáusica, y por lo tanto, la microbiota intestinal puede influir en la regulación de la microarquitectura ósea, al alterar los niveles de estrógenos no ováricos (31,33).

Este déficit hormonal explica la pérdida de hueso, que se acompaña de un aumento de citocinas proinflamatorias que potencian la osteoclastogénesis, además se incrementa la expresión de RANKL que procede de diferentes células del sistema inmune, sanguíneo, y osteoblastos del sistema óseo (31).

La proteína RANKL se sintetiza en su mayoría por el osteocito. Las células inmunes que manifiestan esta proteína, son las interleuquinas y el factor de necrosis tumoral. El aumento de citocinas por la falta de estrógenos es responsable de la mayor pérdida ósea. Esto lo corrobora el bloqueo de estas citocinas con anticuerpos monoclonales donde se ve una reducción de la matriz ósea. En la mujer con OP postmenopáusica, se aumenta la respuesta celular del linfocito helper 17 (Th17) con niveles séricos de IL17 elevados, además de TGF-beta, IL6, IL1 y TNF.

Los estrógenos previenen la pérdida ósea asociada a la ovariectomía debido a que reducen las células Th17 y bloquean la respuesta proinflamatoria (31).

Además y muy importante, el deficit de las hormonas esteroideas provocan una alteración en la absorción de nutrientes a nivel duodenal, debido a que este deficit altera la estructura de las vellosidades de la mucosa intestinal. A su vez esto predispone a una alteración estructural de la microbiota y de sustancias inflamatorias. Estos cambios intrínsecos en la barrera intestinal se deben a modificaciones de aminoácidos del grupo claudin, que intervienen para mantener la funcionalidad correcta de la pared del intestino, que es la absorción de nutrientes.

Este aumento de la permeabilidad del sistema digestivo permite un considerable crecimiento de la carga antigénica bacteriana, provocando un incremento de la respuesta

inmune con expansión de células Th17 y de la expresión de citocinas proinflamatorias, juntamente con el aumento de las endotoxinas. Estos mecanismos aumentan la resorción ósea cuando se reducen las hormonas femeninas (31).

### **Función de los prebióticos y probióticos en el sistema óseo**

Los alimentos o sustancias que contienen prebióticos y probióticos se administran para mejorar el funcionamiento de la microbiota intestinal.

Los prebióticos son ingredientes no digeribles de algunos alimentos, que actúan como nutrientes de la microbiota como ya se mencionó anteriormente. Estos prebióticos son sustancias insolubles presentes en las verduras, frutas, cereales enteros, entre otros, indispensables para la salud de este pool de bacterias intestinales. Las enzimas de la microbiota digieren estas fibras, y producen metabolitos como los AGCC que colaboran en el mantenimiento correcto del endotelio de la pared del intestino (31).

A diferencia de los prebióticos, los probióticos son las bacterias saprófitas que se incorporan con los alimentos o suplementos para restaurar las bacterias intestinales cuando hay disbiosis, siendo los más frecuentes los del géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (31).

Cuando se corrige la disbiosis por la incorporación de bacterias principalmente *Lactobacillus* del género *helveticus* y *reuteri*, se mejora de forma significativa la densidad mineral del hueso, en los casos de mujeres con intervención quirúrgica de ovarios.

En algunos trabajos los productos elaborados con soja y enriquecidos con lactobacilos, actúan de forma análoga a los fármacos antiresortivos, por lo que mejoran el metabolismo óseo. A su vez en estos casos, se encontró disminución de sustancias antiinflamatorias, interleukinas y sustancias de necrosis tumoral, además de la reducción de la activación de células T, que se encuentran en la ovariectomía (31).

La microbiota tiene capacidad para producir vitaminas D, C y K, todas ellas fundamentales para el mantenimiento del metabolismo óseo. Además este pool bacteriano interviene en la síntesis de los AGCC que reducen la PTH, y de este modo se disminuye la pérdida de masa esquelética.

Algunos lactobacilos reducen procesos inflamatorios del tracto gastrointestinal y mejoran la biodisponibilidad de la mucosa intestinal para el calcio de la dieta, incrementando el remodelado óseo (31,34).

### **OP EN RELACIÓN CON OTRAS PATOLOGÍAS**

La osteoporosis se relaciona con patologías metabólicas como la diabetes y la obesidad, con las cuales comparte similares estados patogénicos, predisposición genética y bases biológicas (36).

*Hormonas que intervienen en la remodelación del hueso:*

- Leptina: Es una hormona que regula los depósitos adiposos, y además la formación y recambio del hueso. La

leptina regula la ingesta de alimentos, el metabolismo, la función reproductiva, hormonal y el gasto energético. Además tiene una función sobre el metabolismo óseo estimulando la osteogénesis, debido a que el hueso tiene receptores de leptina, y esta hormona estimula la actividad osteoblástica (36).

- La osteocalcina no carboxilada es una hormona que deriva del hueso y además regula el metabolismo y la homeostasis de la glucosa. La disminución de esta hormona se comporta como un indicador biológico de enfermedades metabólicas y cardíacas (36).

La obesidad y la hiperglucemia estimulan la osteoclastogénesis, ya que las alteraciones metabólicas como la obesidad generalizada o central, provocan un incremento de células que estimulan procesos inflamatorios y desordenes hormonales, con pérdida de tejido muscular y óseo.

Esta disminución de la masa muscular y ósea se relaciona con hábitos sedentarios, y si se continúa en el tiempo esta importante inactividad física, aumenta la atrofia musculoesquelética, llevando a niveles críticos al sistema esquelético, y empeorando la obesidad (36).

### **CONCLUSIONES**

El aumento de la longevidad en la población a nivel mundial, debido al envejecimiento cada vez prolongado en el tiempo, permite que se expresen enfermedades propias del deterioro fisiológico del organismo por la vejez. Es lo que sucede con muchas enfermedades propias de la edad como es la osteoporosis, y su principal consecuencia, las fracturas.

Esto muestra la importancia de implementar un plan general, para trabajar en la prevención de la osteoporosis, ya que esta enfermedad conlleva un importante problema de salud pública, social e individual, la cual irá en crescendo con el tiempo.

Uno de los principales pilares en los que se debería trabajar para mermar la evolución natural de esta patología, es la prevención de los factores de riesgo modificables, detectados como desencadenantes y aceleradores de la aparición de la osteopenia, seguida de la osteoporosis.

Entre estas causas, es importante implementar una alimentación sana, que sea rica en vitamina D, calcio y fósforo, ya que estos nutrientes son el combustible del sistema osteoarticular. Además, se debe hacer hincapié en la eliminación del consumo de alcohol, tabaco, y del sedentarismo, todas causas muy frecuentes en nuestra sociedad actual.

Otra de las recomendaciones de gran importancia, es la de realizar ejercicio físico de forma continua y regular, el máximo tiempo posible que el cuerpo lo permita, para lograr mantener la masa muscular que a su vez mantendrá a la masa ósea conservada. Este fortalecimiento de la estructura osteoarticular, tiene como objetivo evitar la fragilidad y la rotura ósea.

La prevención pasa a ser una herramienta fundamental, para mejorar el estilo de vida de las personas, resaltando

los cambios de hábitos, principalmente en el terreno de la alimentación y de la actividad física, ya que ambos son fundamentales para mantener el bienestar en la salud física y mental. Modificar estos hábitos, aportará beneficios en cualquier etapa de la vida, pero aún más, durante el periodo del climaterio de la población femenina.

Es importante realizar estos cambios en la época silente de la OP, ya que cuando aparecen los síntomas, el sistema esquelético está muy debilitado, con dificultad para su recuperación, aumentando además de forma significativa la dependencia y la morbilidad, con altos índices de dolor que pueden ser incapacitantes en el plano físico y mental.

Hay algunas patologías que alteran la densidad mineral del hueso. Esta desmineralización es generalmente secundaria, a problemas de absorción intestinal de los nutrientes básicos y esenciales, como sucede en enfermedades inflamatorias intestinales y en la enfermedad celíaca, entre otras. Es importante tenerlas presentes a estas patologías, para detectarlas y tratarlas tempranamente, para lograr controlar de ese modo la aparición precoz de la OP.

La microbiota intestinal, actualmente se considera un factor asociado al desarrollo de la OP. Este pool bacteriano saprófito interviene en varias funciones del metabolismo óseo, entre las que se encuentran, la síntesis de moléculas que actúan en la reabsorción ósea, la colaboración en la absorción de nutrientes específicos para la salud del hueso, y también en la disminución de las respuestas proinflamatorias que mejoran la masa esquelética. Por todo esto cuando se detecta una disbiosis o desequilibrio de la microbiota, es importante establecer nuevamente el equilibrio bacteriano y sus funciones simbióticas con el huésped, que repercutirán en disminuir o atrasar la osteopenia a la que le seguirá la osteoporosis.

Según estos datos es importante en estos casos de disbiosis, administrar tanto prebióticos como probióticos, para recuperar el metabolismo intestinal y su relación con el sistema osteoarticular.

De todos modos, se necesitan más investigaciones en esta nueva área llamada osteoimmunología, para mejorar la prevención de esta enfermedad silenciosa que presenta alta morbimortalidad.

Conociendo la relación de la microbiota con el hueso, y cómo las situaciones de desequilibrio bacteriano están vinculadas al desarrollo de algunas patologías, poder manipular los microorganismos intestinales, podría llegar a ser una posible terapia en la prevención o en el tratamiento de estas afecciones óseas.

Para poder lograr estos objetivos, es importante educar sobre esta patología, principalmente a la población femenina, para poder tomar medidas de forma temprana, y de este modo evitar el desarrollo de la evolución natural de la enfermedad que es irreversible, mejorando así, la calidad de vida de la población a corto plazo y a futuro.

Se deben mejorar todas las factores involucrados en la obtención de la formación de la masa ósea, por lo que se debería trabajar en:

- Mejorar la alimentación con aumento de nutrientes ricos en calcio, vitamina D3, proteínas, además de la exposición solar adecuada.
- Adquirir el hábito de realizar ejercicio físico de forma regular y constante, adaptada a la edad y condiciones individuales del cuerpo y sus limitaciones.
- Mantener una microbiota intestinal saludable.
- Impartir a la población desde edades tempranas, conocimientos sobre esta enfermedad silente y sus consecuencias

El objetivo principal es conservar una óptima masa muscular y ósea, para que a pesar del aumento del envejecimiento de la población, la llegada de la vejez permita mantener la independencia física, sin experimentar las secuelas de la osteoporosis, como los dolores crónicos y las fracturas, manteniendo la calidad de vida el mayor tiempo posible, tanto en parámetros físicos y psicológicos; por lo que esto muestra el gran desafío al que se enfrenta la ciencia.

## ABREVIATURAS

- Ac: Anticuerpos
- AGCC: Ácidos grasos de cadena corta
- AGP: Ácidos grasos poliinsaturados
- DE: Desviación estándar
- DI: Dentinogénesis imperfecta
- DMO: Densidad mineral ósea
- DXA: Absorciometría de rayos X de energía dual
- FRAX: Evaluación de riesgo de fractura
- IFN gamma: Interferon gama
- IGF-I: Factor de crecimiento insulínico tipo 1
- IL: Interleuquina
- IMC: Índice de masa corporal
- NHANES: National Health and Nutrition Examination Survey
- OI: Osteogénesis imperfecta
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- OPG: Sistema paracrino osteoprotegerina
- OP: Osteoporosis
- PTH: Paratohormona
- RANKL: Ligando de receptor activador para el factor nuclear  $\kappa$  B
- SFB: Bacterias filamentosas fragmentadas
- TGF-beta: Factor de Crecimiento Transformante beta



- Th: Linfocitos T helper
- TLR: Receptores tipo Toll
- TNF: Factor de necrosis tumoral
- UV: Ultra violeta
- 5-HT: Serotonina

## BIBLIOGRAFÍA

1. Martín Jiménez JA, Consuegra Moya B, Martín Jiménez MT. Factores nutricionales en la prevención de la osteoporosis. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015 [Citado 08 Nov 2021];32(S1):49-55.
2. Guzmán López KN, Pazmiño Maya AM, Bolívar Ortiz Granja L, Ocaña J. La osteoporosis posmenopáusica. Su vigencia como problema de salud actual. *Rev Cub Reumatología* [Internet]. 2018 [Citado 8 Nov 2021]; 20(1):e05.
3. Chelala Friman CR, Zaldívar Campos A, Bruzón Cabrera LC. Factores de riesgo y la prevención de la osteoporosis. *CCM* [Internet]. 2017 [Citado 14 Dic 2021]; (4):1174- 84.
4. González Villegas W, Polanco Méndez D, Ramírez Garriga J, Vargas Aguilar K, Vargas Ávila A. Osteoporosis: Riesgo aumentado de fracturas. *Ucimed. Rev Ciencia Salud Integrando Conocimientos* [Internet]. 2020 [Citado 08 Nov 2021]; 4(6): 30-35.
5. Ortega RM, Jiménez Ortega AI, Martínez García RM, Cuadrado-Soto E, Aparicio A, López-Sobaler AM. Nutrición en la prevención y el control de la osteoporosis. *Nutr Hosp* [Internet]. 2020 [Citado 15 Dic 2021]; 37(NºExtra. 2):63-66.
6. Rodríguez Moldón Y, Darías Jiménez Y, Rodríguez Duque R. El ejercicio físico para contrarrestar la osteoporosis. *Correo Científico Médico De Holguín. CCM* [Internet] 2018 [Recibido 29 enero 2018- Citado 11 enero 2022].
7. Locantore P, Del Gatto V, Gelli S, Paragliola RM, Pontecorvi A. The Interplay between Immune System and Microbiota in Osteoporosis. *Mediators Inflamm* [Internet] 2020 [Citado 15 Enero 2022]. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32184701/>
8. Blázquez Cabrera JA, Sosa Henríquez M, Diaz-Curiel M, Sánchez Molini P, Arranz Garcia F, Montoya MJ, et al. Perfil de los pacientes que acuden al médico internista para valoración de osteoporosis: Registro OS-TEOMED. *Rev clin esp* [Internet]. 2021 [Citado 20 Nov 2021]; 221(1):9-17.
9. Naranjo Hernández A, Díaz del Campo Fontecha P, Aguado Acín MP, Arboleya Rodríguez L, Casado Burgos E, Castañeda S, et al. Recomendaciones de la Sociedad Española de Reumatología sobre osteoporosis. [Internet] [Citado 11 Dic 2021] *Reumatol Clin.* 2019;15(4):188-210.

10. Díaz-Rizo V, Guzmán-Aguayo AK, Araujo-Guirado V, Ramírez-Villafaña M, Nava-Zavala AH, Gámez-Nava JI, et al. Factores nutricionales relacionados con osteoporosis. *El Residente* [Internet]. 2018 [Citado 14 Dic 2021]; 13(1): 23-30.
11. Bolaños Ríos P. Metabolismo óseo y nutrición: Osteopenia y osteoporosis. Instituto de Ciencias de la Conducta (ICC). *Trastornos de la Conducta Alimentaria* 27 [Internet]. 2018 [Citado 08 Nov 2021]; p:2979-91.
12. Muso Pilchisaca CY, Moreno Alvarado ID, Sánchez Haz NN, Jaens Choez PM. Osteoporosis: Enfermedad Silenciosa. *Rev Científica Mundo Investigación y Conocimiento* [Internet]. 2018 [Citado 08 Nov 2021];2(3):705-721.
13. Carvajal Martínez F, Bioti Torres Y, Carvajal Aballe M. Osteoporosis juvenil idiopática. Presentación de un caso. *Ciencia y Salud Cysa* [Internet]. 2019 [citado 20 enero 2022];3(3):59-63.
14. Yeste D, Clemente M, Campos A, Fábregas A, Soler L, Carrascosa A. Osteoporosis en pediatría. *Rev Esp Endocrinol Pediatr* [Internet] 2017 [Citado 18 enero 2022]; 8 (5).
15. Compston J, Cooper A, Cooper C, Gittoes N, Gregson C, Harvey N, et al. UK clinical guideline for the prevention and treatment of osteoporosis. *Arch Osteoporos* [Internet] 2017 [Citado 04 enero 2022];12(1):43.
16. Naranjo Hernández A, Díaz del Campo Fontecha P, Aguado Acín MP, Arboleya Rodríguez L, Casado Burgos E, Castañeda S, et al. Recomendaciones de la Sociedad Española de Reumatología sobre osteoporosis. *Reumatol Clin.* [Internet] 2019 [Citado 18 enero 2022];15(4):188-210.
17. NOGG 2017: Clinical guideline for the prevention and treatment of osteoporosis. Updated July 2018. [Citado 19 enero 2022]. Disponible en: <https://www.sheffield.ac.uk/NOGG/NOGG%20Guideline%202017.pdf>
18. Osteoporosis: 7 casos de fractura de cadera por cada 1.000 habitantes. Sociedad española de medicina interna SEMI. Redacción Médica [Revisado 26 nov 2020- Citado 20 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/secciones/medicina-interna/osteoporosis-fractura-cadera-vertebra-hombres-mujeres-espana-estudio-semi-1177>
19. Jordán Padrón M, Blanco Pereira ME, Saavedra Jordán LM, Valenzuela Cordero E, Valenzuela Cordero A. Osteoporosis, un problema de salud de estos tiempos. *Rev Med Electrón* [Internet]. 2021[Citado 8 Nov 2021]; 43(2).
20. Blázquez Cabrera JA, Sosa Henríquez M, Diaz-Curiel M, Sánchez Molini P, Arranz Garcia F, Montoya MJ, et al. Perfil de los pacientes que acuden al médico internista para valoración de osteoporosis: Registro

- OSTEOMED. Rev Clin Esp. [Internet] 2020 [Citado 20 Dic 2021]; 221(1):9-17.
21. Más de 50.000 personas se fracturan la cadera al año en España. Datos Registro Nacional de Fracturas de Cadera. [Revisado 14 Feb 2020 - Citado 28 dic 2021]. Disponible en: <http://www.medicospacientes.com/articulo/mas-de-50000-personas-se-fracturan-la-cadera-al-ano-en-espana>.
  22. Sáez-López P, Ojeda-Thies C, Alarcón T, Muñoz Pascual A, Mora-Fernández J, González de Villaumbrosia C, et al. Registro nacional de fracturas de cadera (RNFC): Resultados del primer año y comparación con otros registros y estudios multicéntricos españoles. Rev Esp Salud Pública. [Internet]. 2019 [Citado 28 dic 2021]; 93:1-19.
  23. Romero Vera DE, Vera Baca EV. Factores de riesgo de osteoporosis y estilo de vida en mujeres adultas mayores, Hospital Leoncio Prado, Huamachuco. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de enfermería escuela profesional de enfermería. Trujillo – Perú 2021 [Citado 11 enero 2022]
  24. Tai V, Leung W, Grey A, Reid IR, Bolland MJ. Calcium intake and bone mineral density: Systematic review and meta-analysis. BMJ [Internet] 2015 [Citado 04 enero 2022];351:h4183.
  25. Olza J, Aranceta-Bartrina J, González-Gross M, Ortega RM, Serra-Majem L, Varela-Moreiras G, et al. Reported dietary intake, disparity between the reported consumption and the level needed for adequacy and food sources of calcium, phosphorus, magnesium and vitamin D in the Spanish population: Findings from the ANIBES study. Nutrients [Internet] 2017 [Citado 04 enero 2022];9(2):1-17.
  26. López-Sobaler AM, Aparicio A, González-Rodríguez LG, Cuadrado-Soto E, Rubio J, Marcos V, et al. Adequacy of usual vitamin and mineral intake in Spanish children and adolescents: ENALIA study. Nutrients [Internet] 2017 [Citado 04 enero 2022];9: E131.
  27. Avilés-Martínez MA, López-Román FJ, Galiana Gómez de Cádiz MJ, Arnau-Sánchez J, Martínez-Ros MT, Fernández-López ML, et al. Beneficios de un programa de ejercicio físico comunitario prescrito desde Atención Primaria en la salud de mujeres perimenopáusicas/menopáusicas. Atención Primaria [Internet] 2022. [Citado 11 enero 2022];54(1):p9.
  28. Martínez Díaz-Guerra G, Guadalix Iglesias S, Allo Miguel G. Tratamiento de la osteoporosis: Osteoporosis en la mujer premenopáusica y posmenopáusica. Osteoporosis en el varón. Medicine. [Internet] 2018 [Citado 11 enero 2022];12(60):3506-14
  29. García-Gomariza C, Igual-Camacho C, Hernández-Guillen D, Blasco J.M. Efectos de un programa de ejercicio combinado de impacto, fuerza y resistencia en la prevención de osteoporosis de mujeres posmenopáusicas. Fisioterapia [Internet] 2019 [Citado 11 enero 2022];41(1):4-11.
  30. Colomo Ortiz I. Ejercicio terapéutico acuático en pacientes con osteoporosis: Revisión sistemática. Trabajo de fin de máster. Reus 2021. Universidad Rovira i Virgili. [Citado 11 enero 2022]
  31. Del Pino Montes J. Microbiota intestinal y hueso. Rev. Sociedad Val. Reuma. [Internet] 2017 [Citado 15 Dic 2021]; 7(2):1-4.
  32. Jones RM, Mülle JG, Pacifici R. Osteomicrobiology: The influence of gut microbiota on bone in health and disease. Bone [Internet] 2017 [Citado 26 enero 2022]; 115:59–67
  33. Chen YC, Greenbaum J, Shen H, Deng HW. Association Between Gut Microbiota and Bone Health: Potential Mechanisms and Prospective. J Clin Endocrinol Metab. [Internet] 2017 [Citado 26 enero 2022];102(10):3635-46.
  34. De Dios Velázquez S. Microbioma humano y enfermedad ósea. [tesis]. Madrid: Facultad de Farmacia Universidad Complutense; 2018. 19p.
  35. Muñoz-Torres M, de la Higuera López-Frías M, Fernández García D. Avances en el conocimiento de la biología del osteoclasto: El sistema osteoprotegerina-ligando del RANK. Medicina Clínica [Internet] 2004 [Citado 27 enero 2022]; 122(2):75-77.
  36. Nava González EJ. Alteraciones de la composición corporal: Vínculos moleculares de la obesidad, diabetes y osteoporosis. ¿Nutrición basada en la evidencia o en la evidencia?. Congreso Iberoamericano de Nutrición. Rev Esp Nutr Hum Diet [Internet]. 2019 [Citado 14 Dic 2021]; 23(Supl.1):103-104.