



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ORTOPANTOMOGRAFÍA COMO MÉTODO DE
DIAGNÓSTICO ASOCIADO A OSTEOPOROSIS.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

YADIRA IVONNE GUARDIA LUCERO.

TUTOR: C.D. EDUARDO ANDRADE RODRÍGUEZ.

ASESORA: Esp. LUZ DEL CARMEN GONZÁLEZ GARCÍA.

MÉXICO, D.F.

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice.	Pág.
Introducción.	9
Capítulo 1: Tejido Óseo.	10
1.2 Composición del tejido óseo.	10
1.2.1 Células Óseas.	11
1.2.2 La Matriz orgánica.	13
1.3 Organización del tejido óseo.	14
1.3.1 Hueso plexiforme.	14
1.3.2 Hueso laminar.	15
1.4 Remodelado óseo.	18
1.5 Regulación del remodelado óseo.	21
1.5.1 Regulación humoral.	21
1.5.2 Regulación mecánica.	23
Capítulo 2: Vitamina D como reguladora del metabolismo del calcio.	24
2.1 Alteraciones relacionadas con la vitamina D.	31
2.2 Absorción y metabolismo de la vitamina D.	35
2.3 Metabolismo del calcio.	39
2.3.1 Balance de calcio total en el organismo.	39
Capítulo 3: Ortopantomografía.	42
3.1 Principales zonas anatómicas en la ortopantomografía.	46
3.2 Indicaciones para la ortopantomografía.	47
3.3 Ventajas y desventajas de la ortopantomografía.	51
3.4 Fundamentos de la ortopantomografía.	55
3.4.1 Centro de Rotación.	56

3.4.2 Pasillo Focal.	58
3.4.3 Magnificación.	60
3.4.4 Imagen Fantasma.	60
3.5 Factores de la técnica de la Ortopantomografía.	62
3.5.1 Preparación del paciente.	63
3.5.2 Posición del paciente.	64
3.5.3 Factores de exposición.	65
3.6 Errores en la técnica de la Ortopantomografía.	66
3.6.1 Dientes por delante del pasillo focal.	66
3.6.2 Dientes por detrás del pasillo focal.	67
3.6.3 Rotación de la cabeza del paciente.	68
3.6.4 Inclinação de la cabeza hacia abajo.	69
3.6.5 Inclinação de la cabeza hacia arriba.	70
3.6.6 Delantal de plomo.	71
3.6.7 Columna vertebral.	71
3.6.8 Espacio de la orofaringe.	72
3.6.9 Descarga estática.	72
3.6.10 Prótesis dejadas en la boca.	73
3.6.11 Otros errores.	73
3.7 Radiografías digitales.	74
3.7.1 Sensor receptor de la imagen (Radiovisiógrafo).	76
3.7.2 Ventajas de la radiografía digital.	77
3.7.3 Desventajas de la radiografía digital.	78

Capítulo 4: Osteoporosis.	80
4.1 Definición de la Osteoporosis.	80
4.2 Historia de la Osteoporosis a través del tiempo.	83
4.3 Clasificación de la Osteoporosis.	84
4.3.1 Osteoporosis primaria.	84
4.3.2 Osteoporosis secundaria.	85
4.4 Factores de riesgo de la Osteoporosis.	87
4.4.1 Menopausia.	89
4.4.2 Edad.	89
4.4.3 Genética.	89
4.4.4 Masa corporal.	90
4.4.5 Estilos de vida.	90
4.4.6 Tabaco.	90
4.4.7 Alcohol.	91
4.4.8 Exceso en el consumo de flúor.	91
4.4.9 Factores de riesgo en el género masculino.	92
4.4.10 Test para detección de Osteoporosis en el varón.	93
4.5 Clínica de la Osteoporosis.	94
4.5.1 Manifestaciones a nivel sistémico general de la Osteoporosis.	94
4.5.2 Manifestaciones a nivel oral de la Osteoporosis.	97
4.6 Sospecha y orientación diagnóstica de la Osteoporosis.	100
4.6.1 Etapa I. Sospecha de Osteoporosis.	101
4.6.2 Densitometría ósea.	106

4.7 Tratamiento de la Osteoporosis.	109
4.7.1 Preventivo.	109
4.7.2 Recomendaciones.	110
4.7.3 Farmacológico.	117
4.8 Epidemiología de la Osteoporosis.	122

Capítulo 5: Ortopantomografía como método de diagnóstico asociado a Osteoporosis.	124
5.1.1 Zonas de interés para el estudio de la Ortopantomografía.	125
5.1.2 Medidas de la mandíbula sana.	128
5.2 Estudios de la Ortopantomografía como método de diagnóstico de la Osteoporosis.	130
5.2.1 Las correlaciones entre los índices radiomorfométricos y la densidad mineral ósea.	133
5.3 Recopilación de estudios sobre la Ortopantomografía y la Osteoporosis.	134
5.3.1 Validación de medidas de la radiografía dental y panorámica para identificar mujeres posmenopáusicas con Osteoporosis vertebral .	132
5.3.2 Análisis para la dimensión fractal del hueso trabecular de la mandíbula utilizando un método de conteo de baldosas.	136
5.3.3 Detectaron en adultos jóvenes japoneses un decremento de la densidad ósea utilizando radiografías panorámicas.	140
5.3.4 Estudio morfodigital del hueso trabecular mandibular en radiografías panorámicas.	141
5.3.5 Relación entre la densidad mineral ósea, los hallazgos radiográficos dentales panorámicos y los marcadores bioquímicos de recambio óseo en el diagnóstico de la Osteoporosis.	144
5.3.6 Índice de eficacia mandibular panorámica en el diagnóstico de la osteoporosis en las mujeres.	146
5.3.7 Densidad Ósea Bilateral, comparativos del ángulo mandibular.	147

5.3.8 Efecto del raloxifeno sobre la cortical mandibular de mujeres osteoporóticas a través de radiografías panorámicas.	149
5.3.9 Conclusiones de los estudios realizados.	150
5.4 UNAM prepara test bucal para identificar la Osteoporosis.	151
Conclusiones.	153
Referencias bibliográficas.	155

Introducción.

Tenemos cada vez mayor evidencia de la asociación salud oral y masa ósea; por tanto, es importante conocer la relación que hay entre las distintas enfermedades sistémicas y la salud oral para realizar un abordaje clínico adecuado, considerando al paciente como un ser único, integral y completo.

En la actualidad los medios de comunicación han mostrado más información sobre la salud de la mujer en general, incluyendo la Osteoporosis.

Es necesario un estudio profundo sobre esta enfermedad que afecta a muchos pacientes y que es cada vez más común.

Buscando así un diagnóstico temprano, para que el paciente sea sometido a tratamiento antes de que su salud se vea más deteriorada.

Por lo consiguiente se analizará la relación entre la osteoporosis, los tratamientos para la osteoporosis y su detección mediante una radiografía panorámica.

Una radiografía dental sería una forma económica de proporcionar controles de rutina generales en los adultos mayores para prevenir la osteoporosis.

Aquellos con signos de debilitamiento óseo en la mandíbula podrían derivarse a una prueba específica más costosa.

Capítulo 1: Tejido Óseo.

El tejido óseo es una forma especializada de tejido de sostén en el que los componentes extracelulares están mineralizados, confiriéndole la propiedad de marcada rigidez y fuerza a la vez que conserva algún grado de elasticidad.

El hueso también sirve como reservorio de calcio y otros iones inorgánicos y participa activamente en el mantenimiento de la homeostasis del calcio en el cuerpo.

La estructura de los huesos provee de la máxima resistencia para la tensión mecánica mientras mantiene la mínima masa ósea. El esqueleto humano adulto comprende 213 huesos, cada uno de ellos esculpido mediante un proceso denominado modelado, y cada uno de ellos renovado constantemente por un proceso conocido como remodelado. El remodelado desempeña un papel vital en la homeostasis del calcio y además preserva la solidez de los huesos al sustituir el hueso viejo por nuevo hueso mecánicamente sólido.¹

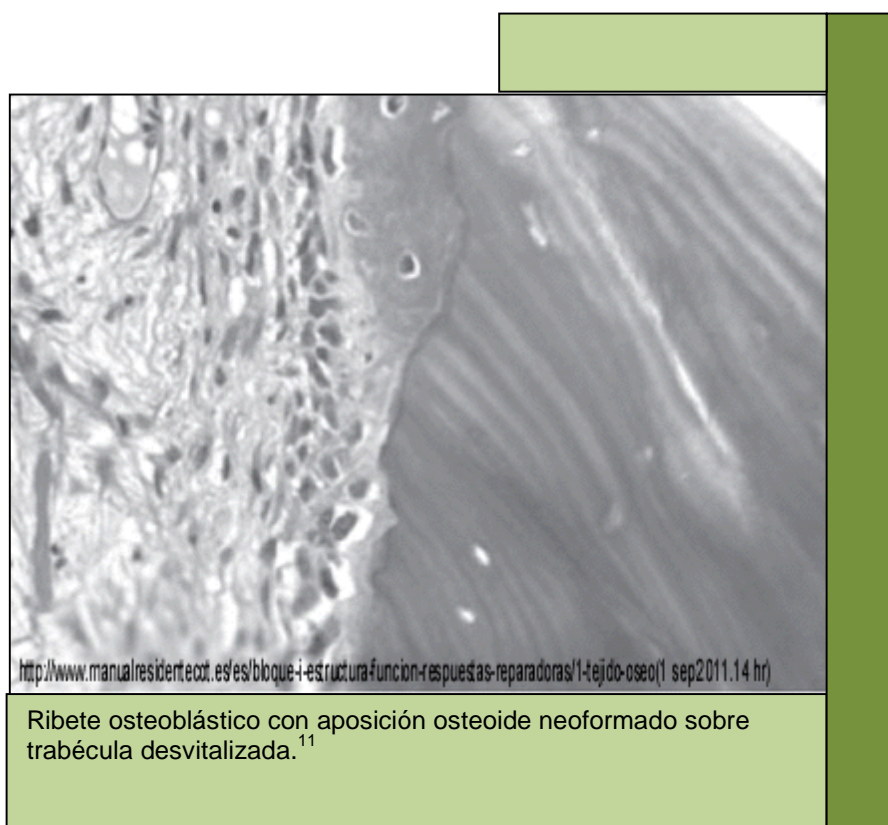
1.2 Composición del tejido óseo.

En todos los tejidos de sostén o conjuntivos hay dos componentes esenciales, las células y el material extracelular o matriz. El material extracelular es el responsable de las propiedades físicas de los distintos tejidos y en el tejido óseo, la matriz orgánica sufre un proceso de mineralización que le confiere su dureza particular.

El tejido óseo está básicamente formado por una matriz de proteínas en un (30%) endurecida y por minerales en un (70%) y un grupo de células que crean, destruyen y conservan esa matriz para mantenerla constantemente regenerada.²

¹ Zaleske DJ. **Embriología y formación del hueso.** En: Netter Ortopedia. Barcelona: Elsevier Masson, 2007.

² Favus MJ. **Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism.** Sixth Edition. Barcelona: Medical Trends, 2007.



1.2.1 Células Óseas.

A través de sus mecanismos de diferenciación hacia células formadoras de hueso, se origina una población de células de potencial más limitado que pueden proliferar y diferenciarse únicamente hacia condroblasto u osteoblasto. Estas células osteoprogenitoras persisten hasta la vida postnatal y se encuentran en todas o casi todas las superficies libres de los huesos.³

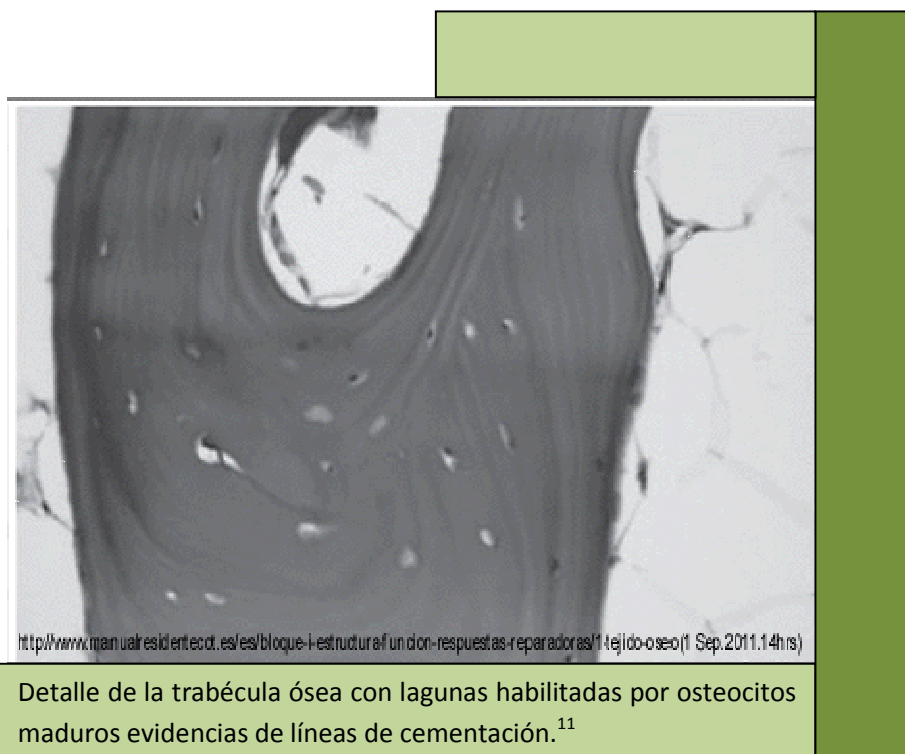
La diferenciación de las células precursoras mesenquimales (CPM) a osteoblasto y no a otras estirpes se conoce como osteoinducción, y está regulada por proteínas morfogénicas (BMP), vías de señalización del desarrollo y reguladores de transcripción. En la actualidad se están utilizando las proteínas morfogénicas, entre otros usos, para potenciar la reparación de las fracturas.

Se han aislado células precursoras mesenquimales (CPM) en la médula ósea y en sangre periférica del adulto, en pulpa de diente, en sangre de cordón umbilical, en hígado, en sangre y en médula ósea fetales. Otros estudios han demostrado

³ Fawcett DW. Tratado de Histología. Madrid: Interamericana McGraw-Hill 1995.

que las células satélites musculares son multipotenciales y presentan diferenciación miógena, osteógena y adipógena in vitro.⁴

Los osteoblastos son células formadoras de hueso. Sintetizan y segregan la matriz orgánica del tejido óseo (osteóide) y participan en el proceso de su mineralización. También participan en la resorción del hueso regulando su puesta en marcha. Cuando los osteoblastos quedan atrapados por la matriz mineralizada se transforman en osteocitos. Los osteoblastos son células muy voluminosas con núcleo grande y protoplasma rico en fosfatasa alcalinas.



El osteocito es la fase de diferenciación terminal del osteoblasto y da sostén a la estructura ósea y a las funciones metabólicas. Cada osteocito se sitúa dentro de una laguna rodeado por la matriz mineralizada y en comunicación directa con otros osteocitos y con los osteoblastos superficiales mediante numerosas extensiones citoplasmáticas finas que discurren dentro de canalículos.

Los osteocitos pueden permanecer durante décadas en el hueso sano humano. En el hueso envejecido se observan lagunas vacías que sugieren que los osteocitos pueden sufrir apoptosis⁸. Los bifosfonatos y los estrógenos, que

⁴ Huss R, Lange C, Weissinger EM, Kolb HJ, Thalmeier K. Evidence of peripheral blood-derived, plastic-adherent CD34(-/low) hematopoietic stem cell clones with mesenchymal stem cell characteristics. Stem Cells. 2000.

inhiben la resorción ósea y se usan para tratar la osteoporosis, actúan inhibiendo la apoptosis. Estudios recientes realizados en ratas determinan que la carga mecánica de los huesos dentro de valores fisiológicos reduce la apoptosis de los osteocitos.

Por su parte, el osteoclasto es la exclusiva célula encargada de la reabsorción del hueso. Su función guarda equilibrio con la formación ósea osteoblástica². Son células voluminosas y multinucleadas con protoplasma rico en fosfatasa ácida. El osteoclasto, una vez activado, es capaz de formar un microentorno entre él mismo y la matriz ósea subyacente, creando una cavidad de resorción ósea. La zona de membrana en contacto, adquiere una estructura pilosa o “membrana arrugada”.¹¹

La cavidad de resorción ósea, que está aislada del espacio extracelular general por medio de un “anillo de sellado”, es acidificada a través de una bomba de protones y un canal de cloro de la membrana osteoclástica, disminuyendo su pH. El medio acidificado moviliza el componente mineralizado del hueso, exponiendo su matriz orgánica (fundamentalmente colágeno tipo I), que luego es degradada por una enzima lisosomal llamada catepsina K. La cavidad ósea residual recibe el nombre de laguna de Howship.²

1.2.2 La Matriz orgánica.

La matriz orgánica supone el 98% del componente orgánico del tejido óseo. El 2% restante lo componen las células. Es producida por los osteoblastos y formada por proteínas organizadas en redes de fibras. Diferenciamos 3 tipos fundamentales:

- Proteínas colágenas: el colágeno tipo I es el elemento básico de la matriz ósea, confiere al hueso elasticidad y resistencia a la tracción. Es rico en aminoácido hidroxiprolina que medido en orina es un buen indicador de la resorción ósea.
- Proteínas no colágenas: como la osteocalcina o como las proteínas morfogénicas (BMP) con propiedades osteoinductoras.
- Proteoglicanos y glicoproteínas: forman la también llamada sustancia fundamental o amorfa, rodeando a las células y al colágeno. Están formados fundamentalmente por cadenas de ácido hialurónico unidas a subunidades de condroitín sulfato y keratán sulfato.

La composición del hueso varía según la edad, el emplazamiento anatómico, la dieta y el estado de salud, pero en general el mineral constituye el 50-70% del mismo. La matriz orgánica aporta el 20-40%, el agua el 5-10% y los lípidos menos del 3%.²

La mayor parte del mineral del hueso es similar al mineral natural hidroxiapatita que aparece en forma de cristales compuestos por un 80% de fosfato tricálcico, un 10% de carbonato cálcico y también numerosas impurezas. A diferencia de los grandes cristales de hidroxiapatita geológica, los minerales óseos son extremadamente pequeños (~200 Å en su dimensión máxima). En la matriz el mineral proporciona rigidez mecánica y fuerza para soportar las cargas, mientras que el colágeno aporta elasticidad y flexibilidad.

El mineral óseo se deposita inicialmente en puntos concretos de la matriz colagenosa, ocupando las zonas “de vacío” entre las fibrillas de colágeno. A medida que madura el hueso, los cristales de mineral se agrandan y perfeccionan conteniendo menos impurezas².

1.3 Organización del tejido óseo.

Como órgano, el hueso se compone de varios tejidos: vasos sanguíneos, linfáticos, nervios, tejido adiposo, tejido conjuntivo y tejido óseo. Podemos distinguir dos formas principales de hueso en función de la organización del tejido óseo: el hueso plexiforme y el hueso laminar.

1.3.1 Hueso plexiforme.

Es un hueso primario o inmaduro. El esqueleto del embrión y del recién nacido está formado principalmente por este tipo de hueso, que progresivamente se va transformando en hueso laminar. Presente en las zonas metafisarias de huesos en crecimiento. En el adulto también se encuentra en zonas como huesos del oído, inserciones de tendones y ligamentos y comisuras de huesos craneales.

Es el primer hueso que se forma durante la reparación de una fractura a nivel del callo de fractura. Se caracteriza por presentar una organización al azar (plexos) de sus células y colágeno, cuyas fibras son más escasas, presentan diferentes diámetros y se encuentran desordenadas con respecto a la organización de las fibras de colágeno del hueso laminar.⁵

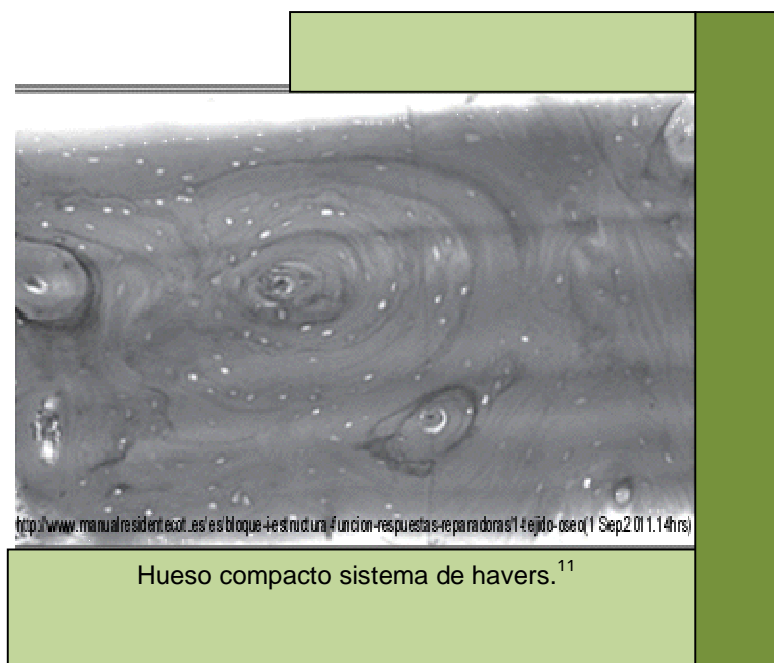
Las capacidades de deformación y flexibilidad son mayores que las del hueso laminar debido a la disposición irregular de sus fibras y al mayor contenido celular y de agua.

1.3.2 Hueso laminar.

Es un hueso secundario o maduro. Prácticamente universal a partir de los cuatro años de edad. Se caracteriza por una distribución muy organizada de las fibras de colágeno, orientadas en función de las cargas que ha de soportar. Presenta una organización en láminas óseas de diferente distribución, en base a la cual se diferencian dos tipos de hueso laminar con los mismos elementos celulares y matriz intercelular, pero con diferencias estructurales y funcionales entre sí: hueso compacto o cortical y hueso esponjoso o trabecular.

Aproximadamente el 80% del hueso del esqueleto adulto está formado por hueso cortical, y el 20% es esponjoso, pero esta proporción cambia en los diferentes puntos del esqueleto (por ejemplo, a nivel vertebral o diáfisis humeral). El hueso compacto o cortical, para compatibilizar sus funciones mecánicas y permitir los intercambios metabólicos, adopta una estructura muy particular que constituye el llamado sistema haversiano, y cuya unidad básica, llamada osteona o sistema de Havers, representa un alto grado de organización, tanto estructural como biológica.

La osteona está formada por un conjunto de capas finas concéntricas de hueso laminar dispuestas alrededor de canales llamados conductos de Havers por los que discurren vasos linfáticos, sanguíneos y nervios. Son estructuras cilíndricas (columnas) cuyo eje es habitualmente paralelo al eje longitudinal del hueso.⁶



⁵ Wheeler PR, Burkitt HG, Daniels VG. **Histología funcional**. 2ª ed. Barcelona:JIMS;1987.

Los paquetes neurovasculares que discurren dentro de los conductos de Havers se interconectan entre sí por los llamados conductos de Volkmann, que perforan las columnas u osteonas en ángulo recto u oblicuo hasta los conductos de Havers.

La formación de una osteona comienza a partir del depósito por parte de los osteoblastos de capas finas de hueso laminar alrededor de un conducto amplio neurovascular. A medida que incrementa el número de laminillas, el diámetro del conducto disminuye y los osteoblastos realizan su transformación a osteocitos.

Entre las diferentes lagunas adyacentes y los conductos de Havers, se conforma un entramado de conductillos intercomunicantes denominados canalículos. Los canalículos contienen prolongaciones citoplasmáticas finas de los osteocitos y permiten la circulación de líquido tisular y metabolitos entre las diferentes lagunas y vasos del sistema de Havers.

Como resultado del proceso de remodelación continuo del hueso, las osteonas nuevas se disponen entre las parcialmente reabsorbidas. Los restos de laminillas de dichas osteonas parcialmente reabsorbidas no se encuentran dispuestos alrededor de conductos de Havers y forman los llamados sistemas de laminillas intersticiales situadas entre las diferentes osteonas.

En la parte más externa del hueso compacto, los sistemas de Havers u osteonas originan láminas concéntricas de hueso denso cortical depositado por osteoblastos denominado laminilla circunferencial externa. En la zona medular interna, existen láminas circunferenciales similares, pero más irregulares que continúan con las trabéculas del hueso esponjoso.⁶

El hueso cortical presenta dos cubiertas, denominadas periostio y endostio; estructuras básicas para el proceso de remodelación ósea. El periostio es un tejido óseo fibroso condensado, que recubre por la zona externa al hueso. Contiene una gran concentración de células osteoprogenitoras prácticamente indistinguibles de los fibroblastos. Se encuentra unido al hueso a través de haces de fibra de colágeno denominados fibras de Sharpey, que penetran hasta la profundidad de la zona cortical. El periostio está ausente en las superficies articulares. Se diferencian dos capas: una más externa y menos activa, llamada capa fibrosa y otra más interna y activa, donde se concentra una gran cantidad de osteoblastos. Su papel es determinante en el crecimiento a lo ancho del hueso y en la formación del callo de fractura, y una afectación del mismo puede determinar una alteración en el proceso de consolidación de fracturas.⁶ Además, es bien conocido que cuando se produce una afectación de los vasos medulares, la circulación perióstica representa un papel relevante sustitutivo.⁸

⁶ *Netter FH. Composición y estructura del hueso.* En: Frank. H. Netter. Sistema musculoesquelético. 1ª ed. Barcelona:Masson S.A.; 1990.

⁷ *King L, Boyce BF. Regulation of apoptosis in osteoclasts and osteoblastic cells.* Biochem Biophys Res Commun. 2005.

El endostio es una capa de tejido conjuntivo que recubre la cavidad medular de los huesos largos y la superficie del hueso esponjoso o trabecular. Lleva a cabo actividades metabólicas y estructurales complejas durante toda la vida. Determina el diámetro de la cavidad medular. La acción conjunta del periostio y endostio es responsable del grosor de la corteza ósea.

El hueso trabecular o esponjoso está formado por un conjunto de trabéculas óseas organizadas en forma de malla compleja tridimensional, separadas por un laberinto de espacios se intercomunican con la médula ósea.

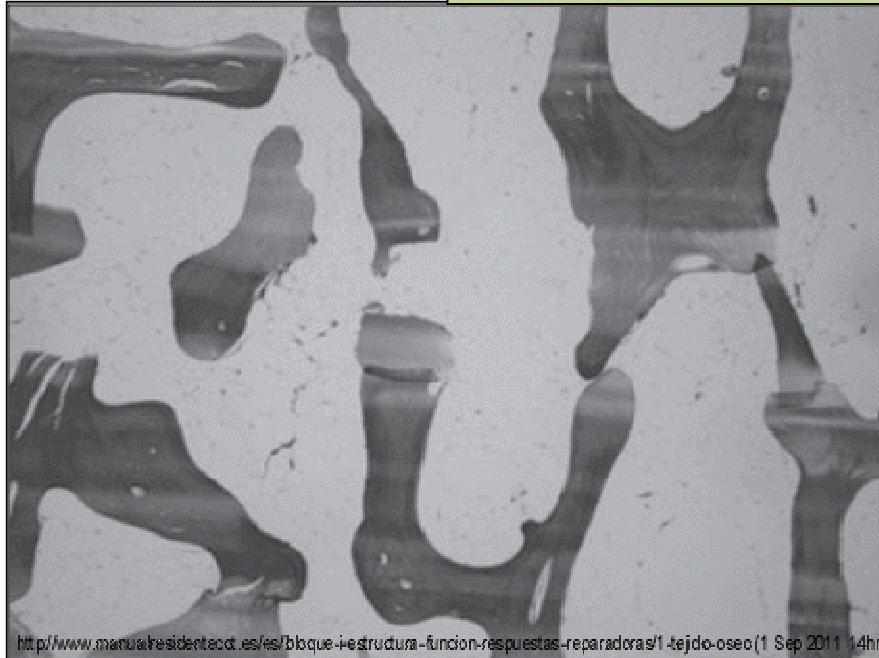
El hueso dentro de cada trabécula es hueso laminar maduro, con lagunas que contienen osteocitos. No posee sistemas de Havers, y los osteocitos intercambian metabolitos a través de los canalículos con los sinusoides sanguíneos de la médula.

Las trabéculas están revestidas por una delicada capa de tejido conectivo que contiene células osteoprogenitoras (osteoblastos y osteoclastos). Esta capa de revestimiento óseo constituye la base anatómica de la barrera hemato-ósea y tiene un papel determinante en el proceso de remodelado óseo.²

El hueso trabecular predomina a nivel de los extremos de huesos largos y cavidad medular de huesos cortos, ocupa toda la sección transversal del hueso, y constituye un 20% de su volumen. La proporción superficie/volumen es veinte veces mayor en el hueso trabecular que en el cortical. Su actividad metabólica es casi ocho veces superior a la del hueso cortical, lo que determina mayor susceptibilidad ante trastornos metabólicos óseos (como osteoporosis).

La distribución de las trabéculas está determinada por la dirección de las principales fuerzas mecánicas a las que el hueso se encuentra sometido. El hueso trabecular presenta una mayor resistencia a las fuerzas de compresión (a diferencia del hueso cortical, cuyas características estructurales le confieren mayor resistencia a las fuerzas de tracción y torsión).

Entre las trabéculas se encuentra la médula ósea, de predominio adiposo (o amarilla) en los huesos largos y hematopoyética (o roja) en el esqueleto axial.²



Hueso Trabecular. Espacios intrabeculares sin representación hematopoyética.¹¹

1.4 Remodelado óseo.

El remodelado óseo consiste en el fenómeno de renovación continua del hueso, presente durante toda la vida, pero con diferencias relevantes en función de la edad.

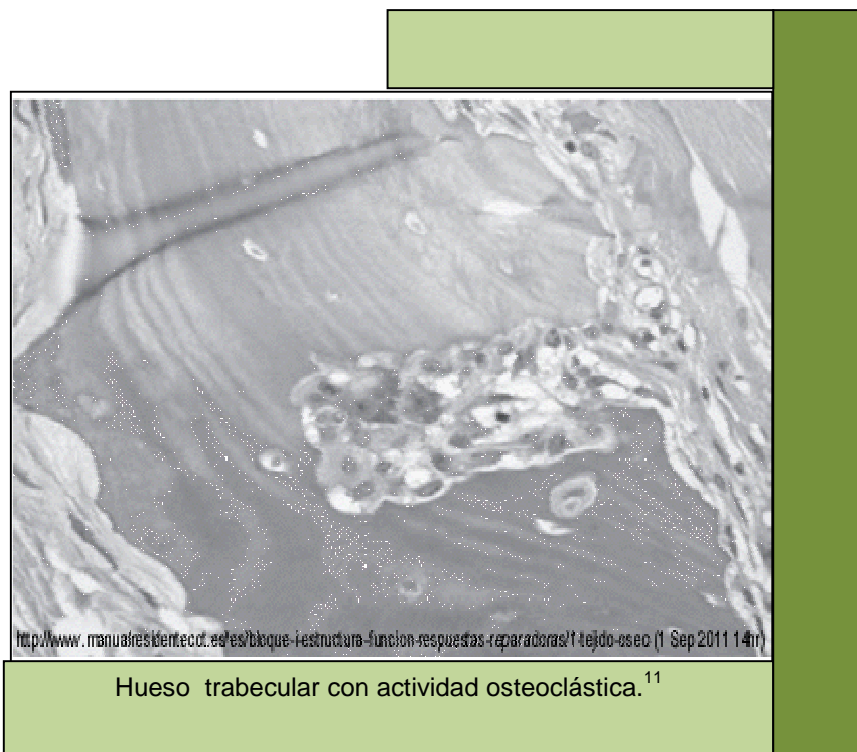
Funciones principales del remodelado:

- Sustitución de hueso envejecido por hueso nuevo resistente a fuerzas mecánicas, y; cuya orientación está determinada por las diferentes fuerzas a las que se encuentra sometido en cada etapa de la vida.

- Homeostasis mineral, gracias al contenido en fósforo y calcio del hueso.

En el proceso de remodelado óseo se distinguen cuatro fases diferenciadas:

- Fase de activación: implica el proceso de comienzo de remodelado mediante la activación de osteoclastos en una región determinada a través de la captación de precursores de osteoclastos mononucleados, a partir de macrófagos de la circulación que se fusionan formando preosteoclastos multinucleados.
- Fase de resorción: una vez activados los osteoclastos se fijan a la matriz ósea creando una cavidad de resorción ósea con bajo pH, donde se diluyen las fases óseas y mineral de la matriz dando lugar a las denominadas lagunas de Howship. La fase de resorción finaliza con la apoptosis de los osteoclastos.⁷




- Fase de proliferación: conjuntamente a la apoptosis osteoclástica se producen señales de acoplamiento, responsables del reclutamiento de preosteoblastos hacia las cavidades de resorción. Esta adecuación temporoespacial entre los osteoclastos y osteoblastos se conoce como acoplamiento y es la base de un adecuado fenómeno de remodelado.

Las señales responsables del mismo se desconocen y existen diversas teorías al respecto. Una de estas teorías propone que los osteoclastos liberan factores de crecimiento a partir de la matriz ósea durante la fase de resorción que actúan como quimiotaxinas de los precursores de osteoblastos, estimulando su proliferación y diferenciación². Estos factores fueron depositados en la matriz ósea durante su formación y liberados con la destrucción de la misma.⁸

El más conocido es el factor transformante, que prolonga la vida de los osteoblastos y se encuentra relacionado con índices de resorción y formación ósea y niveles de osteocalcina y fosfatasa alcalina ósea.

Otra hipótesis sobre el fenómeno de acoplamiento es la regulación debida a fenómenos de sobrecarga². Esta teoría contempla que el gradiente de sobrecarga es responsable de la activación de los osteoclastos en respuesta a la reducción de la sobrecarga y los osteoblastos al aumento de la misma, justificando a su vez la alineación de las osteonas en la dirección de la carga predominante⁹.

 Fase de formación: durante esta fase los osteoblastos sintetizan la matriz orgánica no mineralizada y posteriormente son responsables de su mineralización mediante la liberación de vesículas ligadas a su membrana.

La mineralización a las pocas semanas es de un 60% aproximadamente, llegando al 100% en 2-3 años. Conforme continúa la formación de hueso, los osteoblastos se depositan dentro de la matriz y se transforman en osteocitos, intercomunicados ente sí y con las células de superficie ósea mediante una red de canalículos.

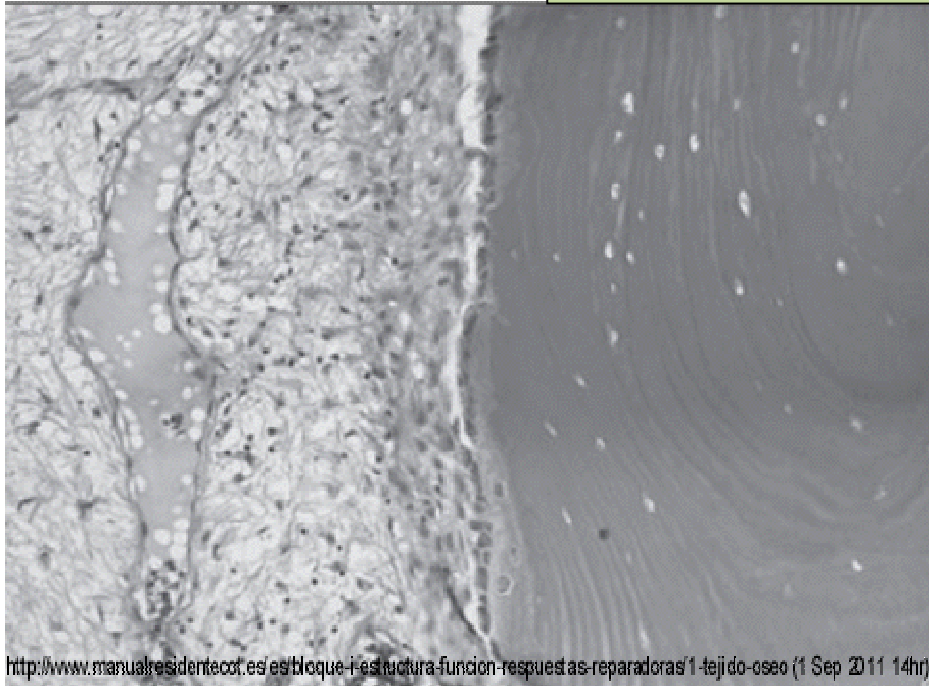
Una vez terminado el proceso de formación ósea, entre un 50-70% de osteoblastos mueren por apoptosis y el resto se quedan en la matriz ósea como osteocitos.

El resultado de cada ciclo es la producción de una nueva osteona. El proceso de remodelado óseo es en esencia similar en hueso esponjoso y cortical. La diferencia entre el volumen de hueso eliminado por osteoclastos y el formado por osteoblastos se denomina balance óseo.

El balance es más negativo en la superficie del endostio que en la del periostio, por lo que el grosor cortical disminuye con la edad. En las superficies de hueso esponjoso, el balance también es negativo, produciéndose un adelgazamiento gradual de las láminas trabeculares con el paso del tiempo.⁹

⁸ Verborgt O, Tatton NA, Majeska RJ, Schaffler MB. Spatial distribution of Bax and Bcl-2 in osteocytes after bone fatigue: **Complementary roles in bone remodeling regulation?** J Bone Miner Res. 2002.

⁹ Smith TH, Burger EH, Huyghe JM. A case for strain-induced fluid flow as a regulator of BMU coupling and osteonal alignment. J Bone Miner Res. 2002.



<http://www.manualexresidente.com.es/bloque-i-estructura-funcion-respuestas-reparadoras/tejido-oseo> (1 Sep 2011 14hr)

Ribete osteoblástico con aposición osteoide neoformado sobre trabécula con lagunas osteocitarias ocupadas por osteocitos.¹¹

1.5 Regulación del remodelado óseo.

La regulación del remodelado óseo se realiza a través de fenómenos humorales y mecanobiológicos.

1.5.1 Regulación humoral.

Los factores humorales reguladores de la remodelación ósea pueden actuar de manera sistémica o local.

Factores sistémicos

- PTH: estimuladora del recambio óseo. Ejerce un papel importante en la formación, activación y regulación de la actividad de los osteoclastos; los cuales, a través de los osteoblastos, estimulan el recambio óseo.
- Calcitriol: que, in vivo, inhibe la secreción de la PTH y facilita la mineralización ósea.
- 1-25 dihidroxicolecalciferol ó D3: función sobre la formación y activación osteoclástica, estimulando la resorción ósea.
- Calcitonina: inhibe la acción de los osteoclastos a través de receptores.
- Estrógenos: reducen la formación de citoquinas. Cuando descienden, como en la menopausia, se produce un incremento del recambio óseo, pero con predominio de actividad osteoclástica y aumento de resorción ósea.³
- Leptina: inhibe los osteoblastos y así la formación ósea.⁴

Factores locales

- Como responsables del desarrollo de los osteoclastos se han implicado citoquinas y factores estimuladores de colonias. Interleucinas (IL-1, IL-6), factor de necrosis tumoral (TNF), factor estimulador de colonias de monocito-macrófagos (GM-CSF), prostaglandina E2, leucotrienos.
- Estimuladores de los osteoblastos son el factor transformante, las proteínas morfogenéticas del hueso (BMPs), factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF) y factores de crecimiento insulinoides. Pueden a su vez inhibir a los osteoclastos, como sucede con, que induce la apoptosis osteoclástica.¹¹

Actualmente se está trabajando en el sistema RANK-RANKL-OPG para determinar la regulación del remodelado óseo. El RANK es un receptor de la

¹¹ [http://www.manualresidentecot.es/es/bloque-i-estructura-funcion-respuestas-reparadoras/1-tejido-oseo\(1-sep.2011.14hrs\)](http://www.manualresidentecot.es/es/bloque-i-estructura-funcion-respuestas-reparadoras/1-tejido-oseo(1-sep.2011.14hrs)).

familia TNFR presente en los osteoclastos, al cual se une el RANKL presente en los osteoblastos. La proliferación de los osteoclastos aumenta con dicha unión, al mismo tiempo que disminuye la apoptosis de los mismos. Los osteoblastos producen un receptor llamado osteoprotegerina (OPG) que impide dicha unión.

De esta manera el osteoblasto produce un activador de osteoclastos así como un inhibidor de los mismos. Se considera la vía final común de numerosos factores y, la relación RANK/OPG, es en definitiva lo que determina la cantidad de hueso a reabsorber.⁹

1.5.2 Regulación mecánica.

Parece evidente que deben existir factores de carácter mecánico, pues cuando disminuye la actividad física disminuye la masa ósea. En este sentido el osteocito actúa como sensor y parece que existe un sistema capaz de regular la masa ósea en función de la carga y de las necesidades de resistencia del momento. La expresión del factor RANKL, es sensible a la fuerza mecánica, por lo que la cantidad de osteoclastos está también controlada por la carga mecánica. Además, el osteoclasto responde por sí mismo a la fuerza mecánica, de manera que ésta puede limitar la resorción ósea.⁹

El estímulo para el remodelado está definido por el fenómeno de tensión o deformación del hueso, que es utilizado para detectar la carga mecánica de su entorno y señalar la deposición, mantenimiento o resorción del tejido óseo..

Se ha demostrado que el remodelado es sensible a los cambios de magnitud de distensión, de los ciclos de carga, distribución de la carga y a la velocidad de distensión. El estímulo debe ser dinámico para determinar una respuesta de los osteocitos. Las cargas estáticas no producen estímulo significativo. La capacidad de estímulo de formación de un régimen de carga es mayor cuando entre estímulos mecánicos se insertan períodos de descanso, lo que hace aumentar la masa ósea y su calidad.¹⁰

¹⁰ *Verborgt O, Tatton NA, Majeska RJ, Schaffler MB. Spatial distribution of Bax and Bcl-2 in osteocytes after bone fatigue: Complementary roles in bone remodeling regulation. J Bone Miner Res. 2002.*

Capítulo 2: Vitamina D como reguladora del metabolismo del calcio.

La vitamina D es la única prohormona (esteroidea) que se encuentra en la sangre en dos distintas formas químicas:

- La vitamina D₂ (Ergocalciferol) de origen vegetal.¹²
- La vitamina D₃ (Colecalciferol) sintetizada en la piel obtenida de la dieta alimenticia.



El cuerpo necesita vitamina D para absorber el calcio. Sin suficiente vitamina D, no podemos producir la hormona calcitrol (conocida como la "vitamina D activa") en cantidades suficientes, lo que causa una absorción insuficiente del calcio de la dieta. En esa situación, el cuerpo debe tomar el calcio que necesita de sus suministros en el esqueleto, lo que debilita el material óseo existente y evita que se forme material óseo nuevo y fuerte.

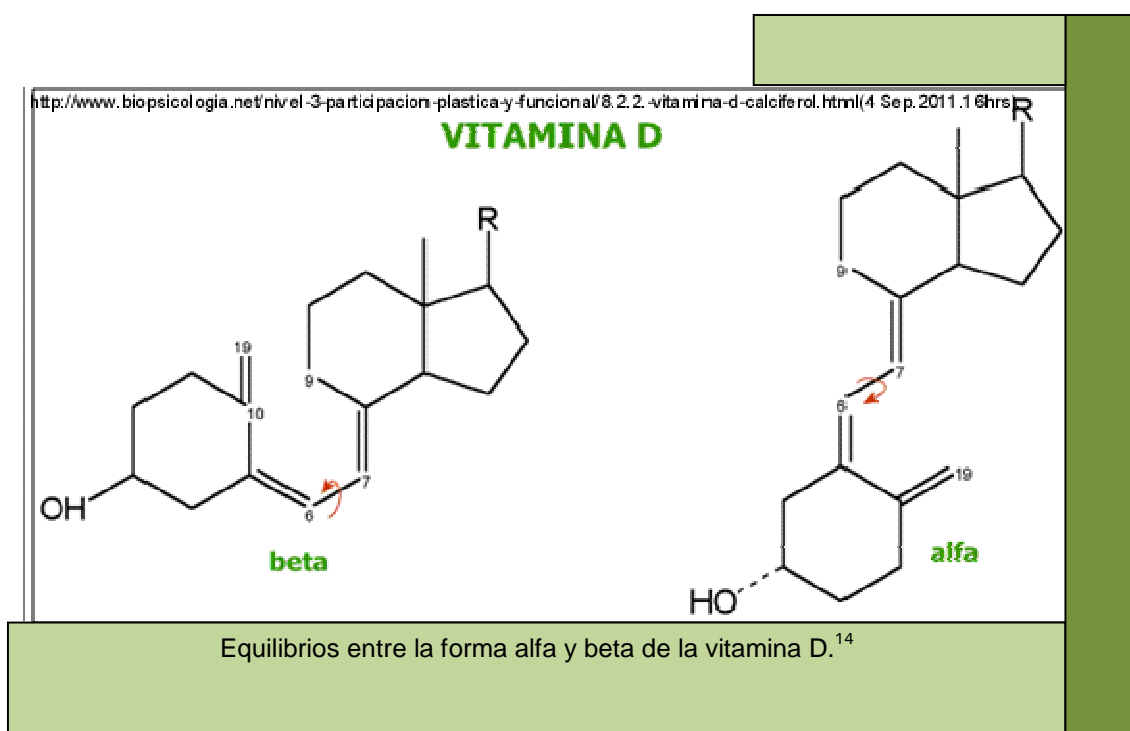
¹² Magda G/Leidy Mogollón/Antonio Iglesias. Estimación de vitamina D en mujeres con osteopenia y osteoporosis en Cundinamarca Colombia, por medio de extracción de fase sólida, cromatografía líquida en alta resolución. Nova enero-diciembre vol.1 numero 001. Bogotá Colombia. 2003.

¹³ <http://www.nutricion.pro/11-01-2010/sentirse-bien/vitamina-d-en-el-embarazo>(4 Sep.2011 15:30hrs).

Puede obtener vitamina D de dos maneras seguras: por la piel y de la dieta. La vitamina D se produce naturalmente en el cuerpo después de exponerse a la luz del sol. Exponerse al sol por quince minutos es más que suficiente para producir y almacenar toda la vitamina D que necesita.

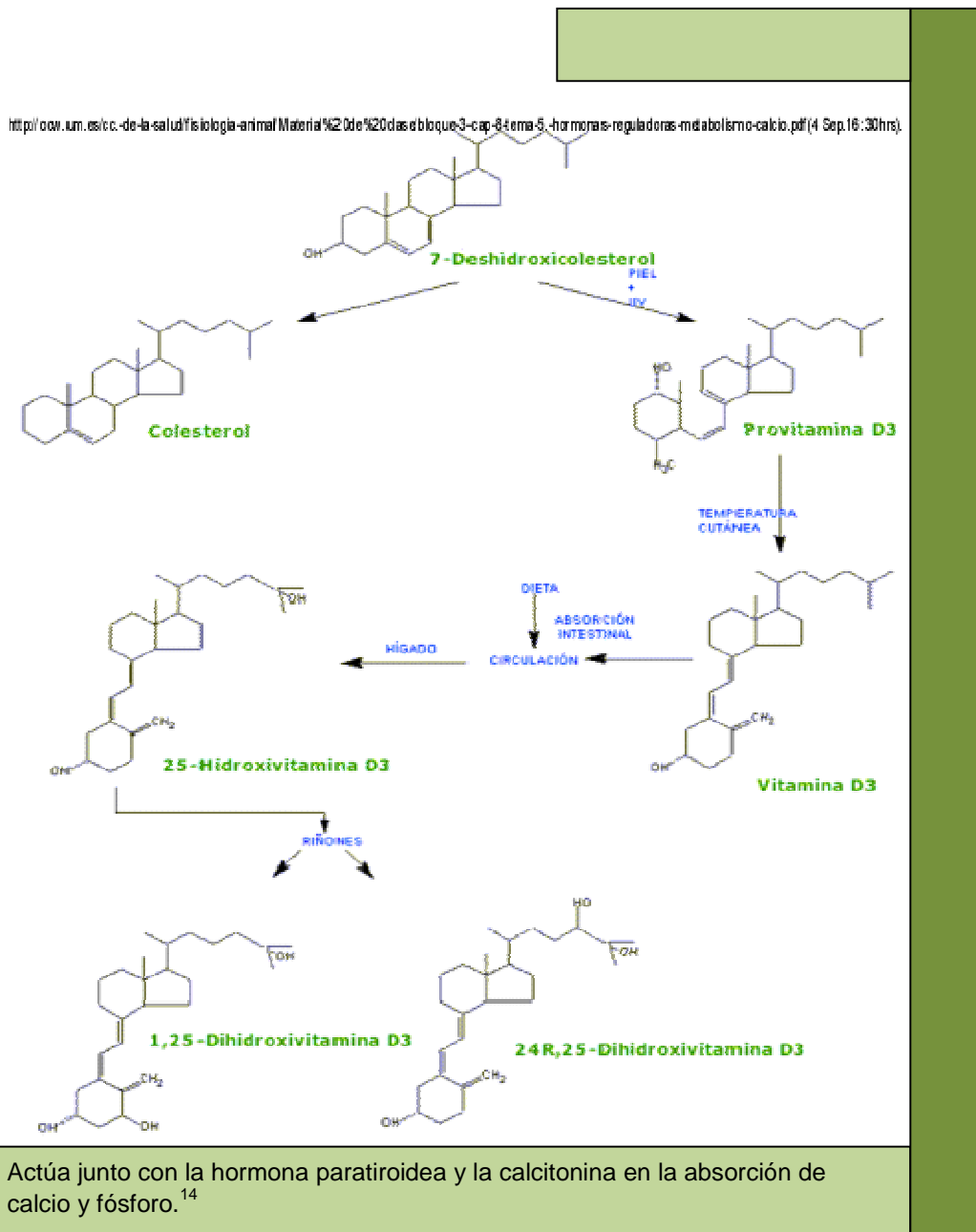
En países no soleados o en bebés a los que no se les expone nunca al sol, el déficit de vitamina D puede producir descalcificación de los huesos (osteoporosis), caries dentales graves o incluso raquitismo.¹⁴

Antes del descubrimiento de la vitamina D, un alto porcentaje de niños que vivían en zonas templadas urbanas presentaban raquitismo. Algunos investigadores creyeron que la enfermedad se debía a falta de aire fresco y de luz solar; otros afirmaron que la enfermedad dependía de un factor en la dieta. Mellanby (1919) y Huldschinsky (1919) mostraron que ambas ideas eran correctas; la adición a aceite de hígado de bacalao a la dieta o la exposición a la luz solar prevenía la enfermedad o la curaba.¹⁴



¹⁴ <http://www.biopsicologia.net/nivel-3-participacion-plastica-y-funcional/8.2.2.-vitamina-d-calciferol.html> (4 Sep.2011.16hrs).

En 1924, se encontró que la radiación ultravioleta de raciones de alimentos para animales era igual de eficaz para curar el raquitismo que la radiación del animal mismo (Hess y Weinstock, 1924; Steenbock y Black, 1924). Estas observaciones condujeron a la elucidación de las estructuras del colecalciferol y el ergocalciferol, y a la postre al descubrimiento de que esos compuestos requieren procesamiento adicional en el organismo para hacerse activos. El descubrimiento de la activación metabólica es atribuible de manera primaria a estudios efectuados en los laboratorios de DeLuca en Estados Unidos, y de Kodicek en Inglaterra (Kodicek, 1974; DeLuca y Schnoes, 1976).¹⁴



La radiación ultravioleta de varios esteroides de origen animal y vegetal da por resultado su conversión a compuestos con actividad de vitamina D. El desdoblamiento del enlace entre los carbonos C 9 y C 10 es la alteración esencial producida por el proceso fotoquímico, pero no todos los esteroides que sufren este desdoblamiento poseen actividad contra el raquitismo. La principal provitamina que se encuentra en los tejidos de animales es el 7-deshidrocolesterol, que se sintetiza en la piel. La exposición de la piel a la luz solar convierte el 7-deshidrocolesterol en colecalciferol (vitamina D₃).

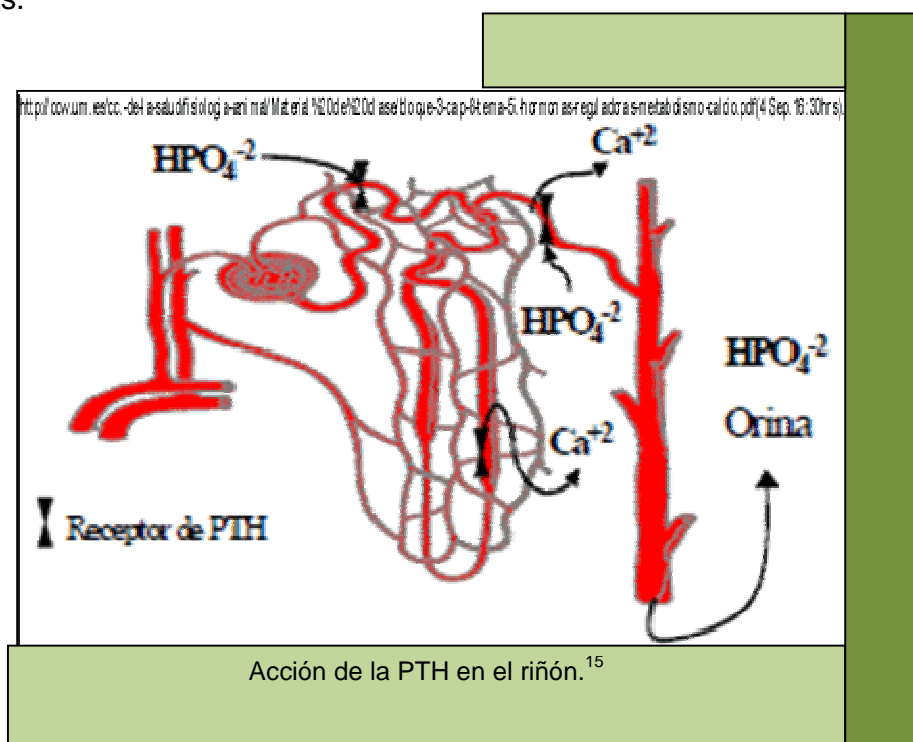
Holick y colaboradores han encontrado un intermediario en la reacción de fotólisis: la previtamina D₃, un isómero 6,7-cis que se acumula en la piel después de exposición a radiación ultravioleta (Holick, 1981). Este isómero se convierte con lentitud de manera espontánea en vitamina D₃ y puede proporcionar una fuente sostenida de D₃ durante algún tiempo después.¹⁴

El ergosterol, que se encuentra en plantas, es la provitamina para la vitamina D₂ (ergocalciferol). El ergosterol y la vitamina D₂ difieren del 7-deshidrocolesterol y de la vitamina D₃, respectivamente, sólo porque cada uno posee un doble enlace entre C 22 y C 23, y un grupo metil en C 24. La vitamina D₂ es el constitutivo activo en diversas preparaciones comerciales de vitaminas, así como en pan y leche radiados. Más tarde se mostró que el material denominado históricamente vitamina D₁ era una mezcla de sustancias contra el raquitismo. En algunas especies, las potencias de la vitamina D₂ y D₃ contra el raquitismo difieren mucho entre sí. En seres humanos no hay una diferencia práctica entre ambas, y en la exposición que sigue se usará vitamina D como el término colectivo para las dos vitaminas.

La vitamina D, tanto proveniente de la dieta como sintetizada de manera intrínseca, requiere activación para hacerse biológicamente activa. El metabolito activo primario de la vitamina es el calcitriol (1,25-dihidroxitriol), el producto de dos hidroxilaciones sucesivas de la vitamina D.

El paso inicial en la activación de la vitamina D ocurre en el hígado, y el producto es el 25-hidroxicolecalciferol (25-OHD, o calcifediol). El sistema de enzimas hepáticas que se encarga de la 25-hidroxilación de la vitamina D se relaciona con las fracciones microsómica y mitocondrial de homogeneizados, y requiere la forma reducida del fosfato de dinucleótido de nicotinamida y adenina (NADPH), y oxígeno molecular.

La *vitamina D* que se transforma en los tejidos animales en colecalciferol o vitamina D3, en el plasma, circula ligada a una proteína fijadora de vitamina D, también llamada transcalfiferina, que es producida en el hígado. Es en este órgano donde el colecalciferol es hidroxilado y se transforma en 25-OH-colecalciferol, forma parcialmente activa que circula en plasma con una vida media de unos 15 días. En el riñón la 25-OH-vitamina D es hidroxilada de nuevo para dar lugar a la forma más activa de la vitamina, el 1, 25-(OH)₂-colecalciferol. La enzima hidroxilasa responsable de este último paso aumenta cuando disminuye la calcemia y se libera PTH, por lo que podemos afirmar que la PTH y la vitamina D tienen acciones sinérgicas sobre los niveles de calcio en sangre. La citocromo P450, una flavoproteína, así como la ferredoxina, son componentes del complejo de enzimas.¹⁵



La 1 α -hidroxilasa está sujeta a controles reguladores, que originan cambios de la secreción de calcitriol apropiada para la homeostasis óptima del calcio. La actividad enzimática aumenta cuando hay deficiencia de vitamina D, calcio y fosfato en la dieta; se estimula por medio de la hormona paratiroidea, y quizá también por la prolactina y los estrógenos. Al contrario, su actividad queda suprimida cuando ocurre una ingestión alta de calcio, fosfato y vitamina D. La regulación es tanto crónica (lo cual sugiere cambios de la síntesis de proteínas enzima), como aguda.

¹⁵ <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/fisiologia-animal/Material%20de%20clase/bloque-3-cap-8-tema-5.-hormonas-reguladoras-metabolismo-calcio.pdf>(4 Sep.16:30hrs).

En el caso de la hormona paratiroidea, un incremento rápido de la producción de calcitriol está mediado por AMPc, al parecer mediante una estimulación indirecta de una fosfoproteínfosfatasa que actúa sobre el componente de ferredoxina de la hidroxilasa (Siegel y col., 1986).

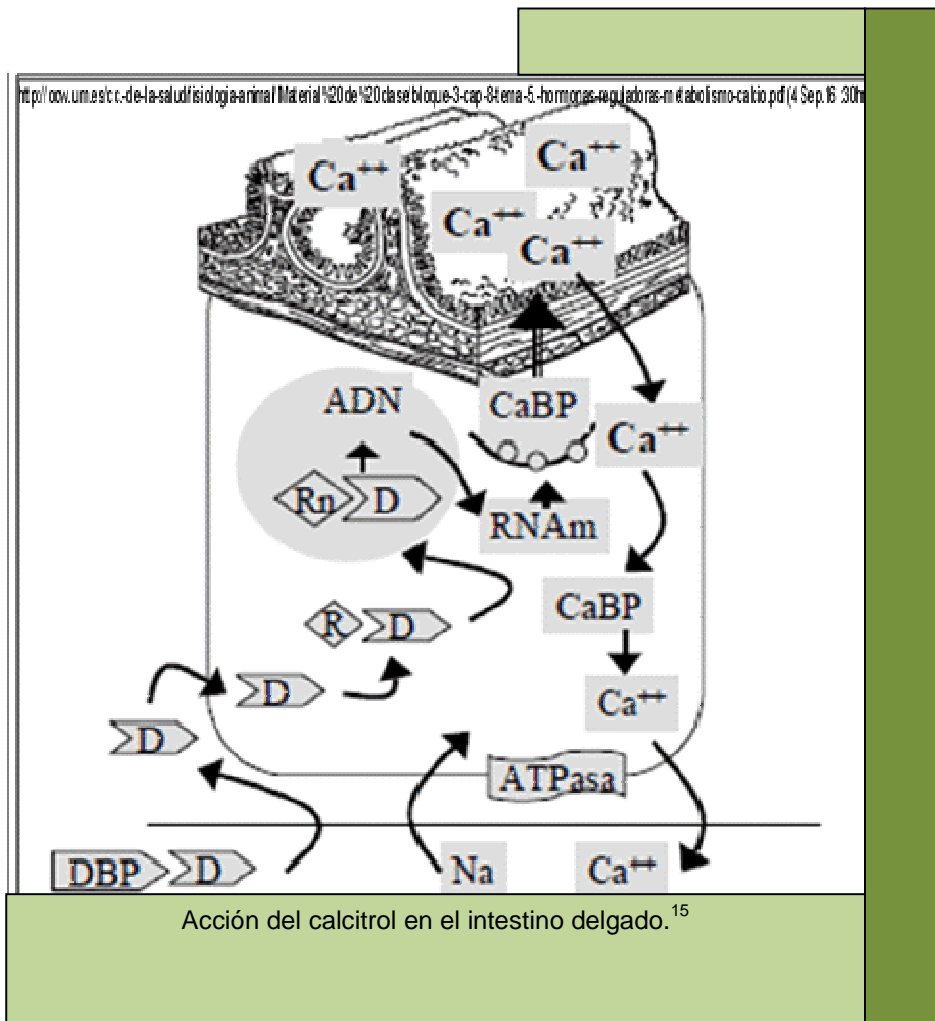
Hay pruebas de que la hipocalcemia puede activar de modo directo a la hidroxilasa, además de afectarla indirectamente al desencadenar secreción de hormona paratiroidea. La hipofosfatemia aumenta mucho la actividad de hidroxilasa (Hausler y McCain, 1977; Fraser, 1980; Rosen y Cheney, 1983).

El calcitriol ejerce control mediante retroalimentación negativa de la enzima, que refleja una acción directa sobre los riñones, así como inhibición de la producción de hormona paratiroidea. Se desconoce la naturaleza de los mecanismos reguladores de los estrógenos y la prolactina sobre la 1 α -hidroxilasa.

La vitamina D se caracteriza mejor como un regulador positivo de la homeostasis del Ca²⁺. La vitamina afecta el metabolismo del fosfato de una manera paralela a la del Ca²⁺. Aún cuando se considera que la regulación de la homeostasis del Ca²⁺ es su función primaria, hay cada vez más pruebas que indican que la vitamina D posee importancia en varios otros procesos.

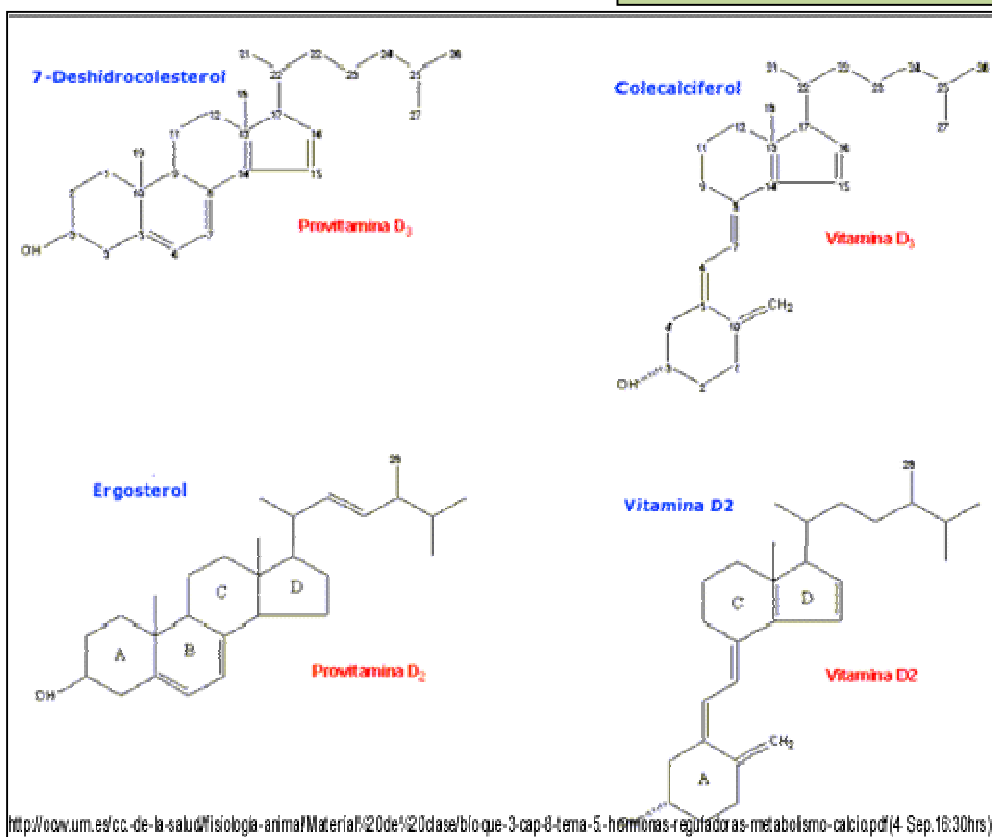
Los mecanismos por los cuales la vitamina D actúa para conservar concentraciones plasmáticas normales de Ca²⁺ y fosfato constan de: facilitación de su absorción por el intestino delgado, interacción con la hormona paratiroidea para aumentar su movilización desde los huesos, y decremento de su excreción por los riñones.

Ha sido difícil validar una participación directa de la vitamina en la mineralización ósea; más bien, la opinión que predomina es que ocurre formación de hueso normal cuando las concentraciones plasmáticas de Ca²⁺ y fosfato son adecuadas. Sin embargo, ahora está claro que la vitamina D muestra acciones tanto directas como indirectas sobre las células que intervienen en el remodelamiento óseo.¹⁵



El mecanismo de acción del calcitriol semeja el de las hormonas esteroides y tiroideas. El calcitriol se une a receptores citosólicos dentro de células blanco, y el complejo receptor-hormona interactúa con el ADN, ya sea para aumentar o para inhibir la transcripción de genes.

El análisis estructural del receptor de calcitriol indica que pertenece a la misma familia de supergenes que los receptores de hormonas esteroides y tiroideas (Evans, 1988; Pike, 1992). El calcitriol también parece ejercer efectos que ocurren con tanta rapidez que se interpretan como fenómenos demasiado veloces, como para explicarse por acciones genómicas (Barsony y Marx, 1988).¹⁵



Estructuras de 7-deshidrocolesterol, ergosterol, colecalciferol y ergocalciferol.¹⁵

2.1 Alteraciones relacionadas con la vitamina D.

La vitamina D se obtiene mediante la acción de los rayos ultravioleta sobre la piel, si tomamos el sol, es suficiente fuente, no obstante la podemos encontrar en hígado de pescado, mantequilla, leche, yema de huevo.

Su carencia produce raquitismo, osteoporosis y osteomalacia, con descalcificación del hueso, que se deforma aun permaneciendo con la misma masa. Falta de crecimiento en los niños y deformidades del esqueleto, en el adulto

se puede producir durante el embarazo y la lactancia, con síntomas de lumbalgia, espasmo y debilidad muscular, deformaciones de la columna vertebral y la pelvis.

Hace más de 50 años se demostró un defecto de la absorción de Ca^{2+} en ratas con deficiencia de vitamina D. La terapéutica de esos animales con la hormona activada origina, en el transcurso de dos a cuatro horas, incremento del movimiento de Ca^{2+} desde la superficie mucosa hacia la serosa del intestino. Quedan por aclarar los mecanismos que fundamentan este aspecto. Un fenómeno relativamente temprano es la introducción de una familia de proteínas pequeñas de unión a Ca^{2+} (CaBP, o calbindina). Algunos investigadores proponen que la CaBP actúa para facilitar el paso del Ca^{2+} por el borde en cepillo, y su difusión hacia la membrana basolateral de células de la mucosa; otros afirman que la acumulación de CaBP se correlaciona poco con el transporte de Ca^{2+} (Nemere y Norman, 1986 y 1988). En su lugar, se propone que el calcitriol aumenta la captación endocítica de Ca^{2+} desde la luz intestinal hacia vesículas dentro del borde en cepillo de las células de la mucosa. Esas vesículas se fusionan con lisosomas, que liberan Ca^{2+} hacia la membrana basolateral para extrusión (Cancela y cols., 1988). No se ha definido los mecanismos por los cuales el calcitriol podría favorecer ese transporte mediado por vesículas. Aún cuando el tiempo para que empiecen las acciones en animales con deficiencia de vitamina D sugiere la participación de mecanismos genómicos, el calcitriol también causa una estimulación rápida (en el transcurso de minutos), mediada por receptor, del transporte de Ca^{2+} en animales repletos de cifras normales de vitamina D (Cancela y col., 1988).

En contraste, la vitamina D a dosis fisiológicas favorece la movilización de Ca^{2+} desde los huesos, y las dosis grandes causan recambio óseo excesivo.

Se han definido parcialmente los mecanismos por los cuales el calcitriol aumenta el recambio óseo, y comprenden interacción de múltiples factores (Hausler, 1986; Reichel y col., 1989). El calcitriol no parece influir de manera directa sobre los osteoclastos maduros mismos, y estos últimos no contienen receptores de calcitriol. En su lugar, el calcitriol favorece el reclutamiento de células precursoras de osteoclastos hacia sitios de resorción, así como el desarrollo de funciones diferenciadas que caracterizan a los osteoclastos maduros (Mimura y col., 1994).

La Osteopetrosis es una enfermedad caracterizada por resorción ósea deficiente, en la cual hay alteraciones profundas de la capacidad de respuesta de los osteoclastos al calcitriol y otros agentes que producen resorción del hueso. Las células que se encargan de la formación del hueso (osteoblastos) contienen receptores de calcitriol, y este último hace que elaboren varias proteínas, entre

ellas osteocalcina, una proteína dependiente de vitamina K que contiene residuos de ácido g-carboxiglutámico, e interleucina 1, una linfocina que favorece la resorción ósea (Spear y col., 1988).

Los efectos de la vitamina D sobre el procesamiento renal del Ca^{2+} y fosfato tienen importancia dudosa. La vitamina D aumenta la retención de Ca^{2+} independientemente del fosfato, y quizá incrementa la resorción de cada uno en los túbulos proximales.

Las acciones del calcitriol se extienden más allá de la homeostasia del calcio. Los receptores del calcitriol están distribuidos ampliamente en todo el organismo (Pike, 1992). El calcitriol influye sobre la maduración de células mononucleares y la diferenciación de las mismas, así como sobre la producción de citocinas. Amento (1987) ha revisado sus efectos sobre el sistema inmunitario. Uno de los enfoques de la investigación actual es la aplicación terapéutica potencial de la capacidad del calcitriol para inhibir la proliferación, e inducir la diferenciación de células malignas (Hausler, 1986).

La posibilidad de disociar la acción hipercalcemia del calcitriol, de sus acciones sobre la diferenciación celular ha estimulado la búsqueda de análogos que podrían ser útiles en el tratamiento del cáncer. El calcitriol inhibe la proliferación de la epidermis y favorece la diferenciación de la misma, lo cual establece una base para valorarlo como una terapéutica potencial en la psoriasis vulgar (Holick, 1993; Kragballe, 1992).

Boland (1986) ha revisado el vínculo entre vitamina D y la función del músculo estriado, y Luine y colaboradores (1987) han analizado los posibles efectos de la vitamina D en el cerebro.¹⁶

La deficiencia de vitamina D se origina por absorción inadecuada de Ca^{2+} y fosfato. El decremento subsecuente del Ca^{2+} plasmático estimula la secreción de hormona paratiroidea, que actúa para restituir el Ca^{2+} plasmático a expensas del hueso; las concentraciones plasmáticas de fosfato permanecen por debajo de lo normal debido a la acción fosfatúrica de la hormona paratiroidea circulante aumentada.



<http://osteomalacia.blogspot.com/>(4 Sep 2011. 17hrs).

Estos huesos más blandos tienen una cantidad normal de colágeno que le da a los huesos su estructura, pero carecen de calcio.¹⁶

En niños, un resultado es la falta de mineralización del hueso y la matriz de cartílago recién formado, lo cual suscita el defecto del crecimiento conocido como raquitismo. Como consecuencia de calcificación inadecuada, los huesos de individuos con raquitismo son blandos, y la tensión propia de la carga de peso da lugar a las deformidades características.

En adultos, la deficiencia de vitamina D origina osteomalacia, que se caracteriza por acumulación generalizada de matriz ósea submineralizada. La Osteomalacia grave puede relacionarse con dolor óseo e hipersensibilidad extremos. Es

característico que haya debilidad muscular, en particular de los músculos proximales grandes.¹⁶

No se entiende por completo su base, pero puede reflejar hipofosfatemia y acción inadecuada de la vitamina D sobre los músculos. La deformidad macroscópica de los huesos sólo aparece en etapas avanzadas de la enfermedad. Las concentraciones circulantes de 25-hidroxicolecalciferol por debajo de 8 ng/ml son altamente predictivas de osteomalacia.¹⁵

2.2 Absorción y metabolismo de la vitamina D

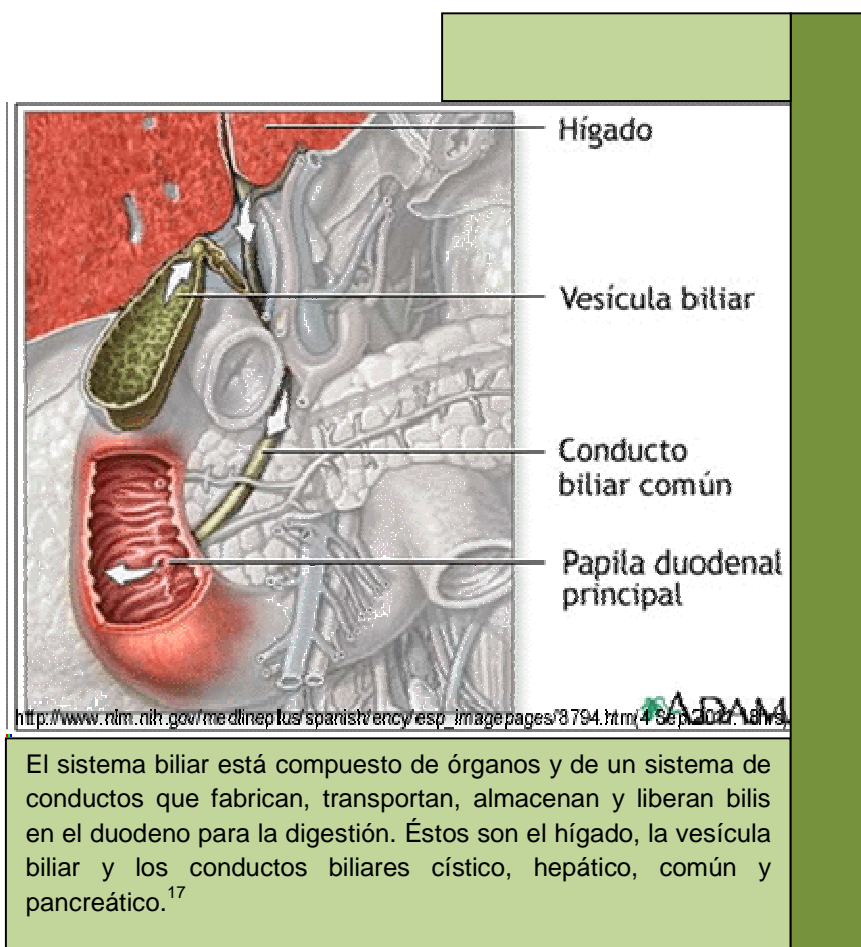
Las vitaminas tanto D₂ como D₃ se absorben a partir del intestino delgado, aunque la vitamina D₃ puede absorberse con mayor eficacia. La porción exacta del intestino que es más eficaz en la absorción de vitamina D refleja el vehículo en el cual está disuelta la vitamina. La mayor parte de la vitamina aparece primero dentro de quilomicrones en la linfa. Existen receptores específicos blanco localizados en diferentes partes del cuerpo, estas células diana se encuentran principalmente en el intestino, los riñones y el hueso.¹⁴

La bilis es esencial en la absorción adecuada de vitamina D; el ácido desoxicólico es el principal constitutivo de la bilis a este respecto. Así, la disfunción hepática o biliar altera mucho la absorción de vitamina D.

La vitamina D absorbida circula en la sangre en relación con proteína de unión a vitamina D, una alfa-globulina específica. La vitamina desaparece del plasma con una vida media de 19 a 25 h, pero se almacena en depósitos de grasa en periodos prolongados.

¹⁶ <http://osteomalacia.blogspot.com/>(4 Sep.2011.17hrs).

¹⁷ http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/8794.htm(4 Sep.2011.18hrs)



Como se mencionó, el hígado es el sitio de conversión de vitamina D en 25-hidroxicolecalciferol muestra mayor afinidad por la proteína que el compuesto original. El derivado 25-hidroxi posee vida media biológica de 19 días y constituye la principal forma circulante de vitamina D. Las concentraciones normales de estado estable de 25-hidroxicolecalciferol en seres humanos son de 15 a 50 ng/ml, aunque las cifras menores de 20 ng/ml pueden relacionarse con incremento de la hormona paratiroidea circulante y mayor recambio óseo. Se estima que la vida media plasmática del calcitriol es de 3 a 5 días en seres humanos, y 40% de una dosis administrada se excreta en el transcurso de 10 días (Mawer y col., 1976).

El calcitriol se hidroxila a 1, 24, 25-(OH)₃D₃ mediante una hidroxilasa renal inducida por el calcitriol y suprimida por los factores que estimulan a la 25-OHD₃-1a-hidroxilasa. Esta enzima también hidroxila el 25-hidroxicolecalciferol para formar 24,25-(OH)₂D₃. Ambos compuestos 24-hidroxilados son menos eficaces

que el calcitriol, y probablemente constituyen metabolitos destinados a excreción. También ocurre oxidación de la cadena lateral de calcitriol.

La vía de excreción primaria de la vitamina D es la bilis; únicamente un porcentaje pequeño de una dosis administrada se encuentra en la orina. La vitamina D y sus metabolitos sufren recirculación enterohepática extensa.

Se ha demostrado una interacción importante entre vitamina D y fenilhidantoína o fenobarbital. Se han informado raquitismo y osteomalacia en quienes reciben terapéutica anticonvulsiva prolongada. Con mayor frecuencia, los fármacos inducen un estado de osteoporosis con recambio alto, a consecuencia de la disminución de la absorción intestinal de Ca^{2+} (Weinstein y col., 1984). Las concentraciones plasmáticas de 25-hidroxicolecalciferol están disminuidas en quienes reciben esos fármacos, y se ha propuesto que la fenilhidantoína y el fenobarbital aceleran el metabolismo de la vitamina D hacia productos inactivos (Hahn y col., 1972). Con todo, las cifras plasmáticas de calcitriol permanecen normales en sujetos que reciben tratamiento anticonvulsivo (Jubiz y col., 1977). Los fármacos también aceleran el metabolismo hepático de la vitamina K y reducen la síntesis de proteínas dependientes de la vitamina K, como osteocalcina.

El Committee on Nutrition de la American Academy of Pediatrics (Committee on Nutrition, 1963) ha compilado un resumen exhaustivo y crítico de los requerimientos profilácticos de vitamina D. Han transcurrido muchos años desde que, en 1919, Mellanby demostrara la eficacia del aceite de hígado de bacalao en la prevención de raquitismo, enfermedad que se ha convertido en una rareza clínica. Aunque la luz solar proporciona profilaxia adecuada en el cinturón ecuatorial, en climas templados, la radiación solar cutánea insuficiente durante el invierno puede exigir complementos de vitamina D en la dieta.

Anteriormente, la ración recomendada de vitamina D sólo podía alcanzarse al agregar complementos de vitamina D por vía oral a una dieta normal. Desde el advenimiento de la adición de la vitamina a los alimentos (en especial leche, productos lácteos, cereales y dulces), los individuos de todas las edades reciben cantidades variables e incluso excesivas de vitamina D, sin una adición especial a la dieta. De este modo, los requerimientos de complementos varían no sólo con la edad, el embarazo y la lactancia, sino también con la calidad de la dieta. Es posible que sobrevenga toxicidad grave por ingestión excesiva de vitamina D, e incluso apenas 1.800 U USP al día en lactantes pueden inhibir el crecimiento. Por ende, cualquier recomendación para complementos de vitamina D sólo debe efectuarse después de escrutinio cuidadoso de la dieta. ¹⁵

En lactantes tanto prematuros como normales, un total de 400 U/día de vitamina D asegura la profilaxia completa contra el raquitismo y el crecimiento óptimo, independientemente de cómo se obtenga. Esta cantidad quizá también baste durante la adolescencia y más allá. Hay algunas pruebas de que los requerimientos de vitamina D aumentan durante el embarazo y la lactancia, aunque en esas circunstancias también basta una ingestión diaria de 400 U.

La unidad USP es idéntica a la unidad internacional (IU), y es equivalente a la actividad biológica específica de 0.025 mg de vitamina D₃ (esto es, 1 mg es igual a 40 000 U).

Los procedimientos de biovaloración que se utilizaban en el pasado dependían del alivio del estado de raquitismo, y todavía se usan para propósitos experimentales.¹⁵

Sardinias y boquerones	7,5
Atún y bonito frescos o congelados	5,4
Quesos grasos	3,1
Margarina	2,5
Champiñones	1,9
Huevos	1,7
Otros pescados frescos o congelados	1,1
Quesos curados y semicurados	0,3
Quesos frescos	0,8
Leche y yogur	0,6
Alimentos ricos en vitamina D. Cantidad recomendada por día: 5-10 mg. Cantidades expresadas en mg/100 gr. ¹⁵	

2.3 Metabolismo del calcio.

A fin de simplificar la comprensión del metabolismo del calcio, es necesario establecer la presencia de tres universos diferentes pero interrelacionados; ellos son:

- El balance total del calcio en el organismo.
- El equilibrio en la concentración del calcio en el espacio extracelular (espacios intersticial y vascular).
- La regulación del nivel de calcio intracelular y los mecanismos bioquímicos involucrados.

2.3.1 Balance de calcio total en el organismo.

El calcio total del organismo, resulta del balance entre la ingesta y la excreción, tanto intestinal como urinaria. En el equilibrio el balance es igual a cero. Esta situación se da en los sujetos sanos en edad adulta. En cambio los niños, adolescentes sanos y mujeres gestantes se encuentran en balance positivo, mientras que en la vejez ocurre balance negativo.

El tejido óseo contiene el 99% del calcio total del organismo, mientras que el calcio intracelular representa el 1% y el calcio extracelular 0.1% (1), por esta razón es que todas las enfermedades óseas que se caracterizan por descalcificación o calcificación defectuosa, se acompañan o son producto de un balance negativo de calcio.

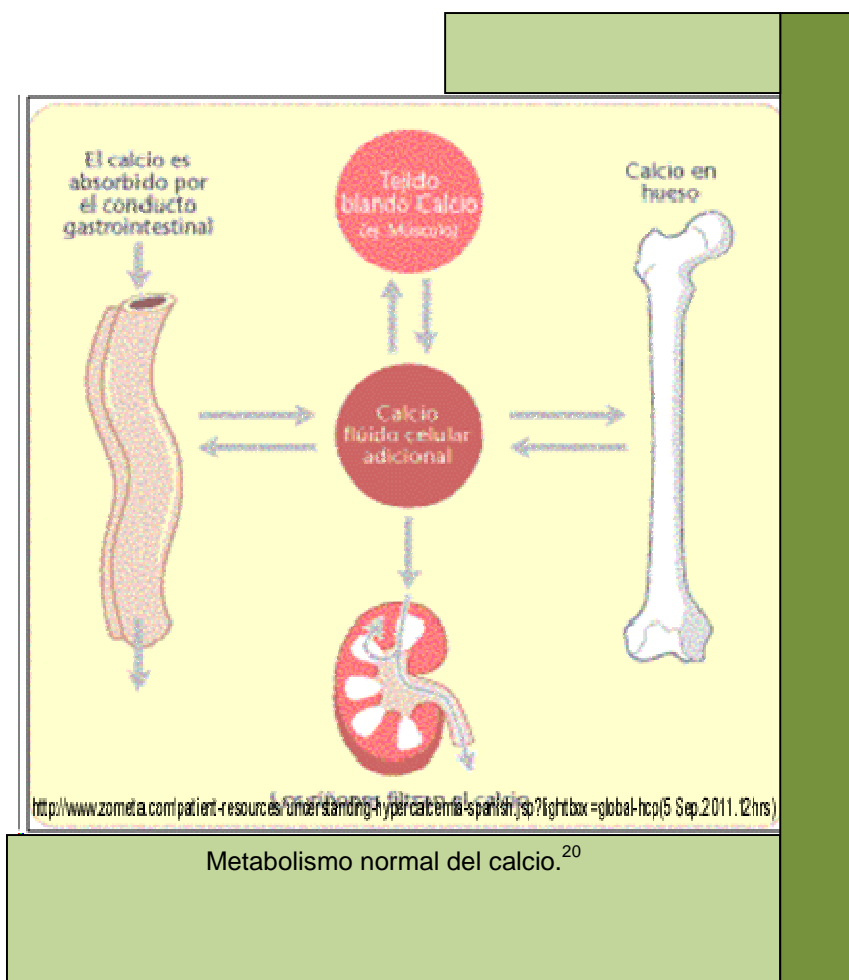
La ingesta normal de calcio varía entre 500 a 1,000 mg de calcio elemental en 24 horas. El rol de la función excretora renal, en el balance de calcio es el de una regulación fina, eliminándose entre 100 y 200 mg en 24 horas, mientras que por vía fecal la excreción es del orden de 400 a 800 mg al día.

La mayor parte del calcio corporal se localiza en el hueso (98-99%), el 1-2% en los tejidos blandos y el 0.1% en el líquido extracelular.¹⁸

La absorción intestinal de calcio es activa, siendo promovida por la vitamina D activa, sin embargo existe un mecanismo intrínseco de saturación que limita en

¹⁸ http://www.intramed.net/sitios/librovirtual1/pdf/librovirtual1_29.pdf (5 Sep.2011.11hr).

forma importante la absorción de calcio, en situaciones de una ingesta exagerada.¹⁸



En el riñón, el calcio iónico atraviesa libremente el filtro glomerular, de tal manera que en una persona adulta se filtra alrededor de 10,000 mg de calcio en 24 horas. El calcio filtrado es reabsorbido principalmente en el túbulo contorneado proximal, siguiendo una gradiente establecida por la reabsorción de NaCl. Sin embargo la reabsorción de calcio de acuerdo a las necesidades fisiológicas ocurre en el túbulo contorneado distal, donde se reabsorbe activamente por acción de la paratohormona (PTH), y vitamina D.

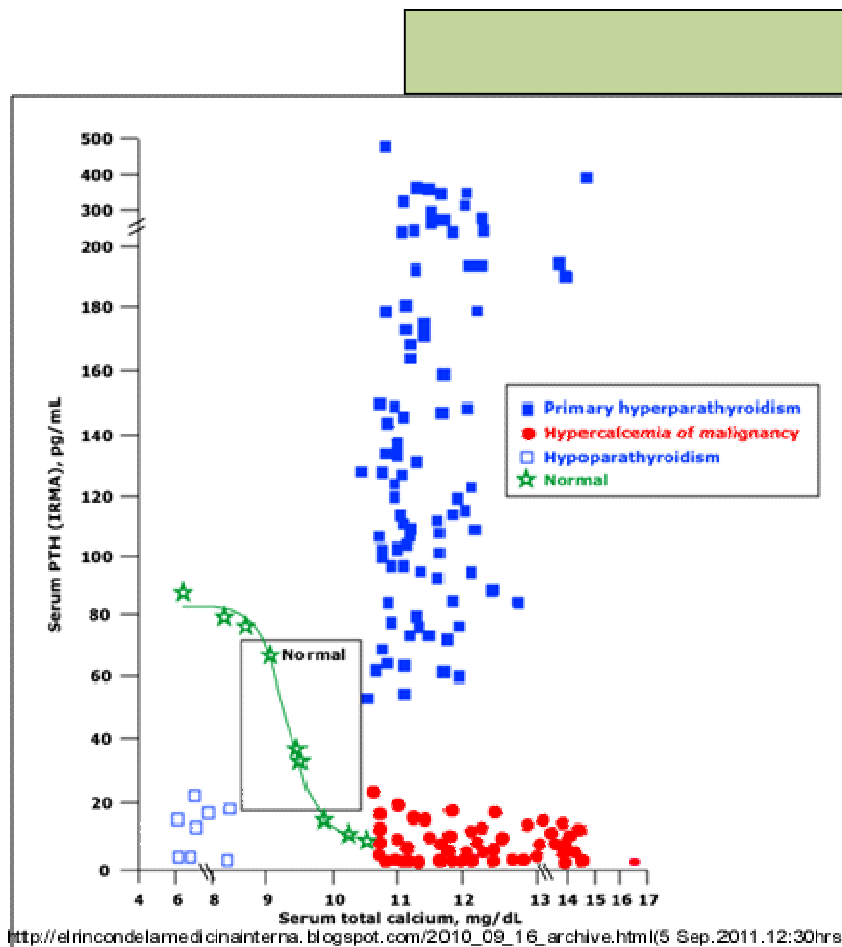
El espacio extracelular comprende a los espacios vascular e intersticial. En relación al calcio existe diferencia entre estos dos espacios debido a la presencia

¹⁹ http://elrincondelamedicinainterna.blogspot.com/2010_09_16_archive.html (5 Sep.2011.12:30hrs).

²⁰ <http://www.zometa.com/patient-resources/understanding-hypercalcemia-spanish.jsp?lightbox=global-hcp> (5 Sep.2011.12hrs)

de proteínas en el intravascular, principalmente albumina que liga al calcio haciéndola no ionizable ni difusible. En cambio, el calcio libre (iónico), tiene concentraciones idénticas en ambos espacios, representando aproximadamente el 55% del calcio sérico total.

La concentración de calcio sérico mantiene niveles de variación muy pequeños, aun bajo condiciones de sobrecarga de calcio importante. Pero, en circunstancias de alteración del nivel de proteínas plasmáticas (disminución o elevación), el calcio sérico puede variar significativamente, sin embargo el nivel de calcio iónico, permanece casi invariable, tal como fue descrito por McLean y Hastings.¹⁸



Concentración de calcio sérico.¹⁸

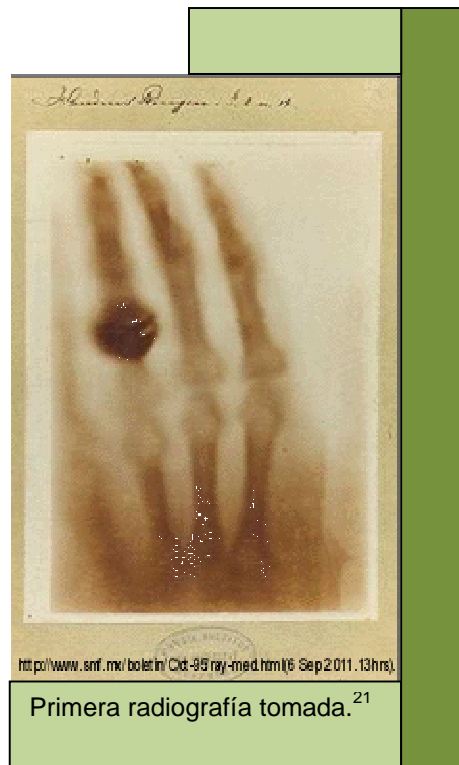
Capítulo 3: Ortopantomografía.

El 8 de Noviembre de 1895 el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen descubrió lo que hoy conocemos como "Rayos X" mientras llevaba a cabo experimentos con un tubo de rayos catódicos en su laboratorio del Instituto de Física de la Universidad de Wurzburg.²¹

A finales de diciembre del mismo año, y después de algunas semanas de intenso trabajo, Röntgen había concluido su primer reporte describiendo sus experimentos, titulado "Über eine neue Art von Strahlen" ("Sobre una nueva Clase de Rayos"), el cual envió para su publicación a la sociedad de Física-Médica de Wurzburg (Röntgen 1895).

En ese informe el mismo Röntgen sugirió ya la utilización de los rayos X en la medicina: como objeto de demostración del poder de penetración de los rayos X había escogido entre otros la mano de su esposa, de la cual realizó la primera radiografía el 22 de diciembre de 1895. Por su gran descubrimiento Röntgen recibió el primer premio Nobel de Física en el año de 1901.²¹

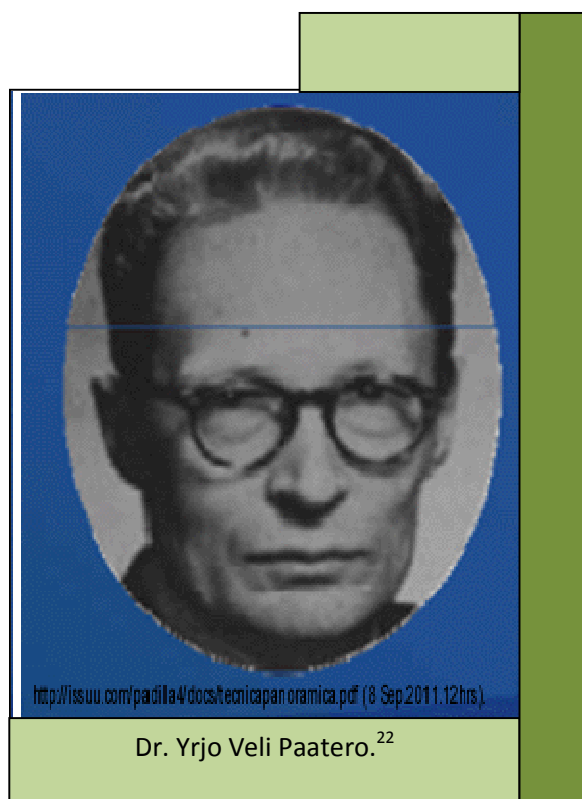
²¹ Mercedes Rodríguez Villafuerte y Arnulfo Martínez Dávalos, **El uso de los rayos X en la medicina.** Instituto de Física, UNAM.1995.



■ 1933 Hisatugu Numata fue el primero en experimentar un método para obtener una radiografía panorámica.

■ 1934 K. Heckman estudió la escanografía rotacional.

■ 1948. El Dr. Yrjo Veli Paatero en la Universidad de Helsinki desarrolló la ortopantomografía, es considerado como el padre de la radiografía panorámica



La radiografía panorámica u Ortopantomografía, es una técnica radiológica extraoral destinada a obtener una imagen única de las estructuras maxilofaciales que incluya las arcadas maxilar y mandibular, así como sus estructuras de soporte. Son más útiles para los problemas de diagnósticos que requieren una amplia cobertura de los maxilares.

La radiografía panorámica se emplea a menudo como placa para la evaluación inicial, ya que puede proporcionar los datos necesarios o ayudar a determinar la necesidad de tomar otras proyecciones.²²

²² Prof. Alejandro R. Padilla **Radiografía Panorámica (Técnica)** Cátedra de Radiología Oral y Maxilo-Facial Facultad de Odontología Universidad de Los Andes Mérida-Venezuela.2010. <http://issuu.com/padilla4/docs/tecnicapanoramica.pdf> (8 Sep.2011.12hrs).



La radiografía panorámica sigue ofreciendo al dentista actual una visión única del paciente; cubre toda la arcada y las estructuras circundantes, los huesos faciales y los cóndilos, y partes del seno maxilar y complejos nasales. El equipo utilizado para obtener radiografías panorámicas ha continuado mejorándose con los últimos avances que incluyen programas de exposición automática y de imágenes múltiples.²³

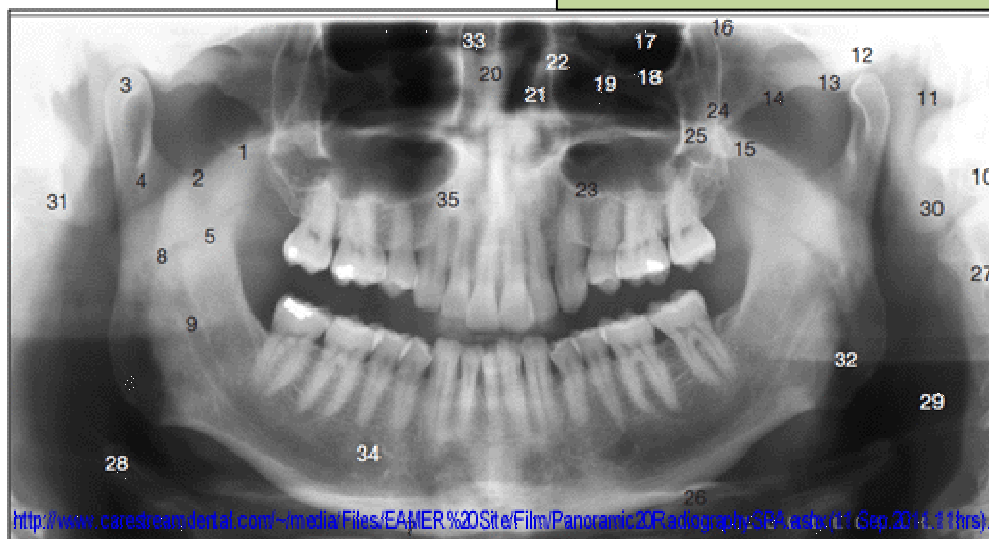
La Ortopantomografía es un procedimiento extraoral basado en el principio de la tomografía. Hoy en día éste puede ser convencional por revelado o digital.

Utiliza la rotación simultánea del tubo de rayos x y el desplazamiento de la placa alrededor del paciente, para obtener a partir de un objeto curvo, una imagen plana.

El término panorámica significa una vista sin obstáculo de una imagen en cualquier dirección. Cuando las series de imágenes se combinan sobre una sola película, se crea una vista panorámica del maxilar y la mandíbula.²³

²³ KODAK DENTAL. **Radiographic panoramic correct.** Hedelfinger Strasse Stuttgart GERMANY.

3.1 Principales zonas anatómicas en la ortopantomografía.

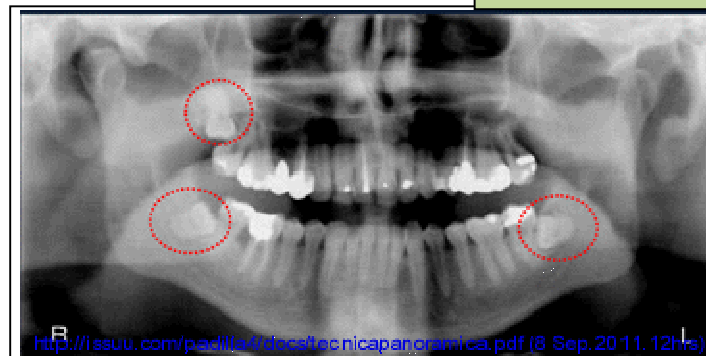


[http://www.carestreamdental.com/media/Files/EAMER%20Site/Film/Panoramic%20Radiography%20Site%20\(1%20Sep%202014%2011hrs\).](http://www.carestreamdental.com/media/Files/EAMER%20Site/Film/Panoramic%20Radiography%20Site%20(1%20Sep%202014%2011hrs).)

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Proceso coronoides. | 21. Turbinado inferior. |
| 2. Huesca sigmoide. | 22. Pared medial del seno maxilar. |
| 3. Cóndilo mandibular. | 23. Borde inferior del seno maxilar. |
| 4. Cuello condilar. | 24. Pared posterolateral del seno maxilar. |
| 5. Rama mandibular. | 25. Proceso malar. |
| 6. Ángulo de la mandíbula. | 26. Hueso hioides. |
| 7. Borde inferior de mandíbula. | 27. Vértebras cervicales 1-4. |
| 8. Línula. | 28. Epiglotis. |
| 9. Canal mandibular. | 29. Tejidos blandos del cuello.
(Buscar verticalmente calcificaciones de la arteria carótida aquí). |
| 10. Proceso mastoide. | 30. Aurícula. |
| 11. Meato auditivo externo. | 31. Proceso estiloide. |
| 12. Fosa glenoidea. | 32. Espacio orofaríngeo. |
| 13. Eminencia articular. | 33. Espacio nasal. |
| 14. Arco zigomático. | 34. Foramen mentoniano. |
| 15. Placas pterigoideas. | 35. Paladar óseo. ²³ |
| 16. Fisura pterigomaxilar. | |
| 17. Órbita. | |
| 18. Borde orbital inferior. | |
| 19. Canal infraorbital. | |
| 20. Septo nasal. | |

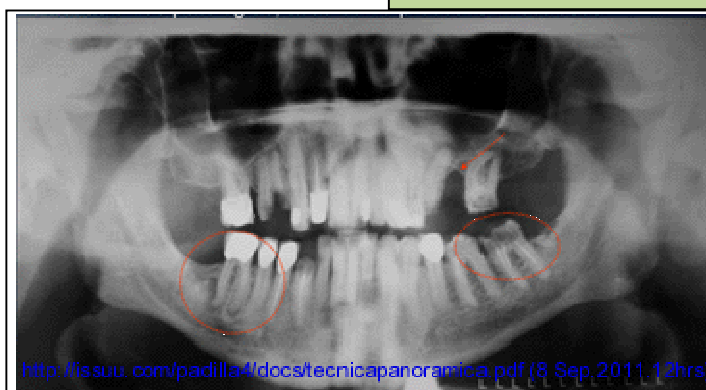
3.2 Indicaciones para la Ortopantomografía.

- Primera exploración de nuevos pacientes de cualquier edad.
- Evaluación de terceros molares identificando su localización y orientación.



Evaluación de terceros molares.²²

- Evaluación de patologías, tales como infecciones, traumas y anomalías de desarrollo.²²



Evaluación de lesiones dentales.²²

- Sospechas de enfermedades odontógenas localizadas en los senos maxilares.
- Molestias en las articulaciones temporomandibulares.
- Análisis de dentición mixta.
- Pacientes que presentan trismo.
- En asimetrías faciales y maxilares.
- En inflamaciones dolorosas y sensibles a presión, o bien asintomáticas.
- En heridas de extracción con mala cicatrización y bajo sospecha de osteomielitis.
- Cuando se sospecha el crecimiento de tumores intraóseos o infiltrantes, o la presencia de metástasis.
- En parestesias del dentario inferior.
- En exámenes de quistes no odontogénos, tumores o lesiones similares a tumores.
- En el examen de enfermedades del sistema o síndromes.
- En fracturas faciales y maxilares o sospechas de fractura tras accidentes.
- Antes y después de intervenciones quirúrgicas.²²

Se observó en Australia que en las radiografías panorámicas convencionales se puede identificar una lesión nodular de ateroma calcificadas en la carótida, este padecimiento es un factor que conlleva a sufrir de un accidente cerebro-vascular, que es la tercera causa de muerte y una importante causa de ingreso en el hospital y la discapacidad a largo plazo en pacientes de dicho país.²⁴

²⁴ Arthur H. Friedlander, Ida Kreinik Friedlander. **I d e n t i f i c a t i o n o f s t r o k e p r o n e p a t i e n t s b y p a n o r a m i c r a d i o g r a p h y.** Australian Dental Journal.Australia.1998.

esto es sin duda uno de los descubrimientos más relevantes dentro de la radiología convencional de uso odontológico.

La cual proporciona al diagnóstico radiológico, un campo de estudio médico y odontológico amplio ya que puede abarcar en la misma radiografía y en forma desplegada, gran parte de las estructuras del macizo cráneo-dentomaxilo- facial.

La radiografía panorámica es en la actualidad una herramienta que puede ser utilizada para observar el grado de resorción mandibular, debido a que permite visualizar ambos lados de la mandíbula en una sola película de forma rápida.

Recientemente esta técnica ha llegado a ser de gran importancia en la implantología ya que además nos permite observar la altura del arco residual²⁵

El reconocimiento de que sólo la ortopantomografía facilita un diagnóstico completo y perfecto conduce poco a poco a una nueva "estrategia" de la exploración radiográfica que tiene como meta descubrir procedimientos que economicen radiaciones y dinero. En ella, la radiografía individual se muestra sólo como una imagen radiológica complementaria.

Esta estrategia se apoya en la perspectiva básica de la Ortopantomografía, que se puede dividir en cuatro regiones diagnósticas:

- La región dentoalveolar.
- La región maxilar.
- La región mandibular.

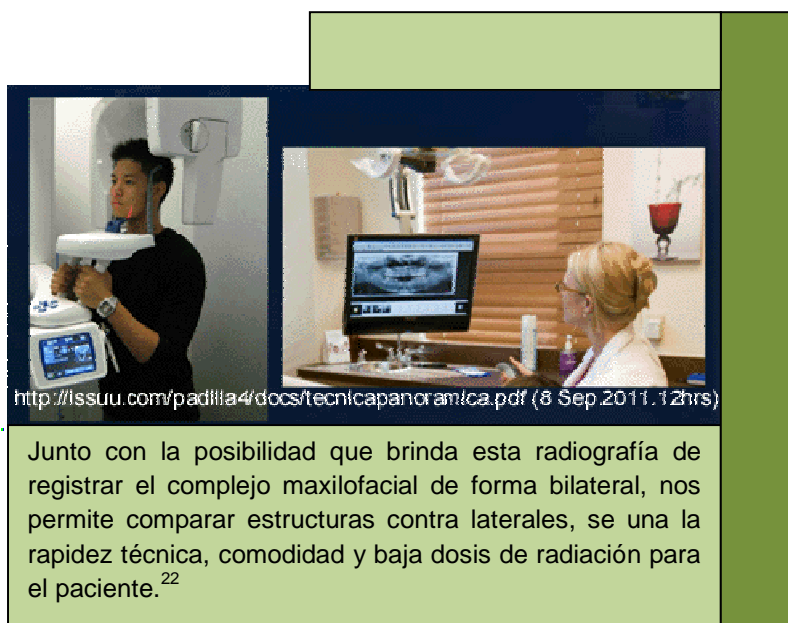
La región de las articulaciones temporomandibulares, incluyendo las regiones retromandibulares y cervical.

²⁵ M. C. Nava- Zarate N. Benítez Cárdenas, Oscar A. **Remodelación ósea mandibular en adultos.** Revista ADM.vol LXV No. 4.México.2009.

3.3 Ventajas y desventajas la Ortopantomografía.

Ventajas de la Ortopantomografía

- Una exploración dental completa a partir de la representación panorámica del sistema masticatorio, incluyendo las articulaciones temporomandibulares y los senos maxilares.
- Reconocimiento de las interrelaciones funcionales y patológicas y de sus efectos sobre el sistema masticatorio.
- Documentación general para la planificación del tratamiento y su control.
- Disminución de la irradiación gracias al empleo de estrategias de exploración racionales.²⁴
- Más fácilmente tolerado por el paciente.
- Puede emplearse en pacientes que tienen dificultad para abrir la boca.
- El costo del examen es moderadamente bajo.



Es importante conocer los efectos de la radiación ionizante en el material biológico, y específicamente en el ser humano, a través de la medición de la dosis absorbida (Gy-gray) en determinados estudios radiológicos; esta medida es esencial en radio protección: la medida de la dosis de radiación absorbida por el cuerpo se le denomina Gray (Gy) y es equivalente a un Julio por kilogramo de materia.²⁷

Niveles de radiación. ²⁷			
Para este procedimiento:	* La dosis aproximada de radiación efectiva es:	Comparable con la radiación natural de fondo durante:	** Riesgo adicional de por vida de cáncer fatal debido al examen:
Región Abdominal:			
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Abdomen y Pelvis	15 mSv	5 años	Bajo
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Abdomen y Pelvis, repetido con y sin material de contraste	30 mSv	10 años	Moderado
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Colonografía	10 mSv	3 años	Bajo
Pielograma Intravenoso (PIV)	3 mSv	1 año	Bajo
Radiografía (rayos X) - Tracto Digestivo Inferior	8 mSv	3 años	Bajo
Radiografía (rayos X) - Tracto Digestivo Superior	6 mSv	2 años	Bajo
Huesos:			
Radiografía (rayos X) - Columna	1.5 mSv	6 meses	Muy Bajo
Radiografía (rayos X) - Extremidades	0.001 mSv	3 horas	Insignificante
Sistema Nervioso Central:			
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Cabeza	2 mSv	8 meses	Muy Bajo
Tomografía Axial Computarizada (TAC) – Cabeza, repetido con y sin material de contraste	4 mSv	16 meses	Bajo
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Columna	6 mSv	2 años	Bajo
Tórax:			
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Tórax	7 mSv	2 años	Bajo

²⁷ Marino Crispín Aquino Ignacio, * Patricia Avilés Mandujano, María del Rosario Romero Corona, II Jacqueline Bojorge Rodríguez, Vania Pamela Ramírez Gutiérrez. **Quantification of the absorbed doses by means of dosimetry thermoluminescent in dental radiology.** Revista Odontológica Mexicana. Vol. 14, Núm. 4 Diciembre .México.2010

Ortopantomografía como método de diagnóstico asociado a Osteoporosis

Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Tórax Dosis Baja	1.5 mSv	6 meses	Muy Bajo
Radiografía (rayos X) - Tórax	0.1 mSv	10 días	Mínimo
Dental:			
Rayos X intraorales	0.005 mSv	1 hora	Insignificante
Corazón:			
Angiografía Coronaria por Tomografía Computada (ATC)	16 mSv	5 años	Bajo
TAC Cardíaco para Cuantificar Calcio	3 mSv	1 año	Bajo
Exámenes en Hombres:			
Densitometría Ósea (DXA)	0.001 mSv	3 días	Insignificante
Exámenes en Mujeres:			
Densitometría Ósea (DXA)	0.001 mSv	3 días	Insignificante
Mamografía	0.4 mSv	7 semanas	Muy Bajo

La dosis de radiación recibida durante las exploraciones de los equipos de DO ionizantes más difundidos es mínima (5-10 mrem) e inferior a la recibida en una radiografía de tórax. Sin embargo, hay que destacar que la dosis de radiación de la QCT (300-750 mrem) es considerablemente mayor que en el resto de técnicas densitométricas ionizantes y en pacientes con riesgo de cáncer debe evitarse.²⁸

Desventajas de la Ortopantomografía.

- En casos de posiciones extremas de los incisivos en mal oclusiones de clase II y III, las zonas frontales del maxilar y la mandíbula no pueden reproducirse simultáneamente de forma correcta.
- La relación entre las distancias foco-objeto y objeto-película no es igual en todos los puntos, por lo que aparecen distintos factores de aumento.
- No es posible realizar mediciones exactas.
- Las estructuras que se hallen fuera de la capa pueden superponerse a las estructuras maxilares normales y simular alteraciones patológicas.

²⁸ M. Dolores Estrada, Mireia Espallargues, Laura Sampietro-Colom I, Luís del Río Montse Solà, Alicia Granados. **La densitometría ósea.** Agencia de Evaluación de Tecnología Médica, Barcelona CETIR Centre Mèdic, Barcelona Junio 1999.

- El *efecto tangencial* de los rayos X sobre el espacio irradiado permite únicamente visualizar con claridad los tejidos duros de gran espesor o grosor, o aquellos que en el momento de la toma se hallan en paralelo al rayo central, como pueden ser "láminas" relativamente finas.
- El costo de la aparatología es elevado.²⁴

3.4 Fundamentos de la Ortopantomografía.

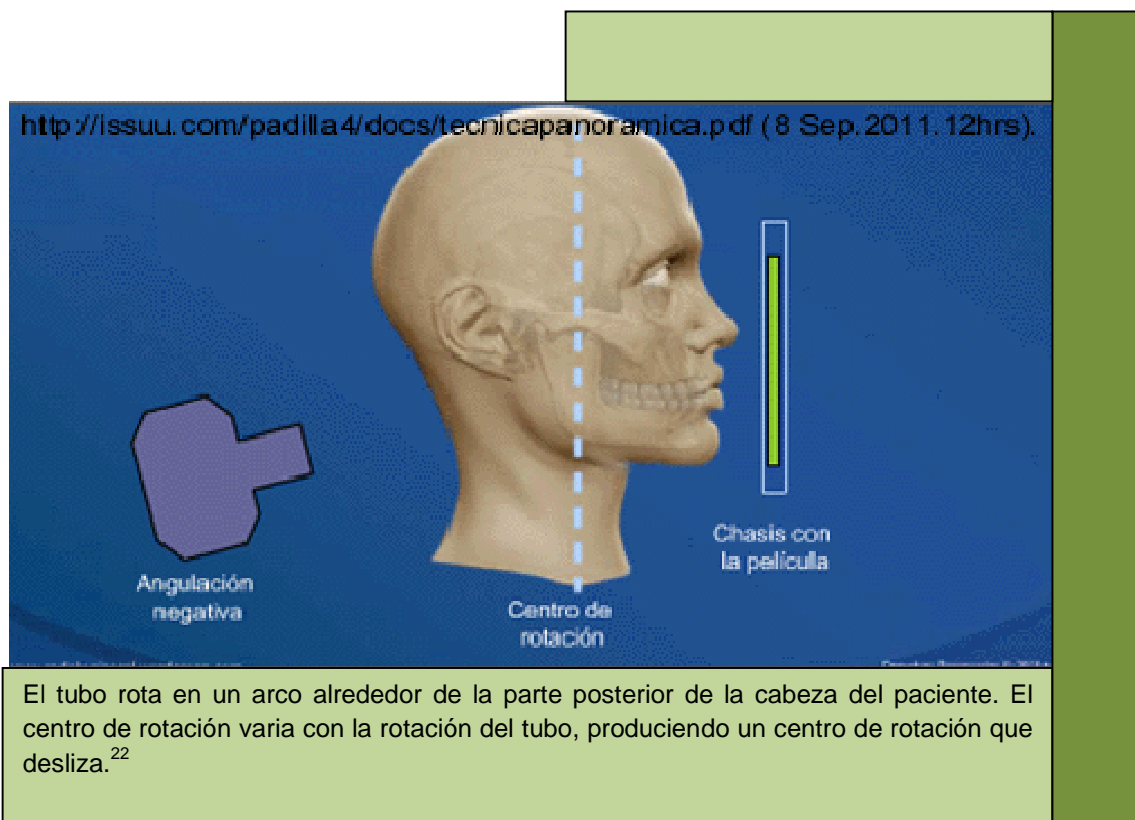
- Se obtiene por la rotación de un haz de rayos x estrecho en el plano horizontal.
- La película y el tubo de rayos x se mueven alrededor de la cabeza del paciente.
- El tubo de rayos x rota alrededor de la cabeza del paciente en una dirección, mientras que la película se mueve en dirección opuesta.

El movimiento de la película y el tubo de rayos x producen una imagen a través de un procedimiento radiológico conocido como tomografía, la cual permite que la imagen de una capa o sección del cuerpo mientras borra las imágenes de estructuras en otros planos.



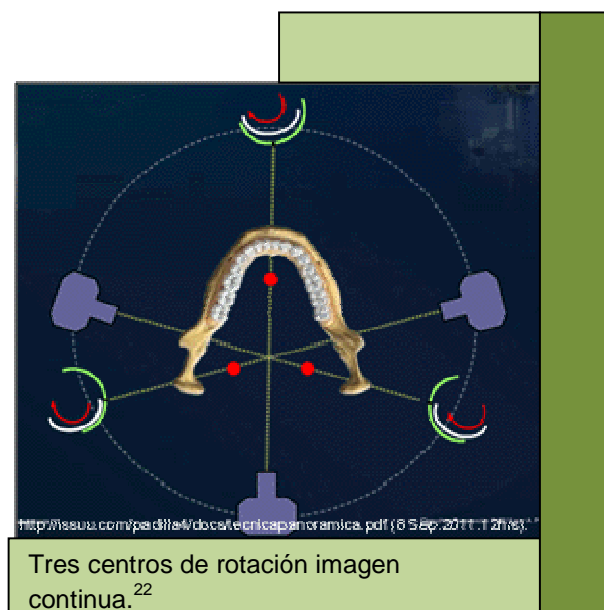
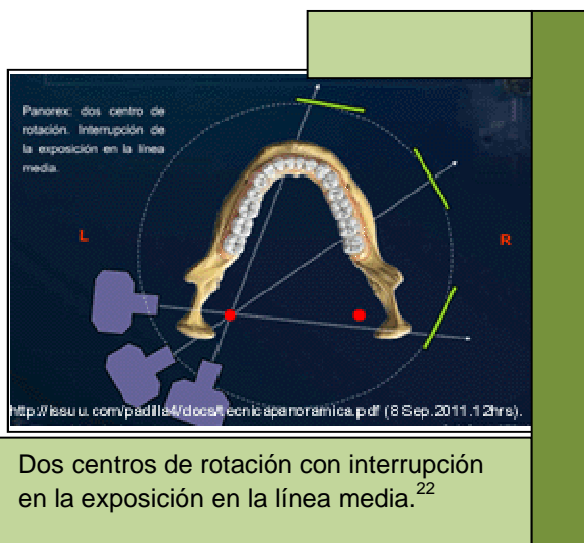
3.4.1 Centro de Rotación.

- El porta chasis y el tubo de rayos x están conectados de manera que rotan simultáneamente.
- El centro de rotación es el punto giratorio o el eje, alrededor de cual el porta chasis y el tubo de rayos x giran.²²



Dependiendo de la fabricación, el número y la localización del centro de rotación encontramos:

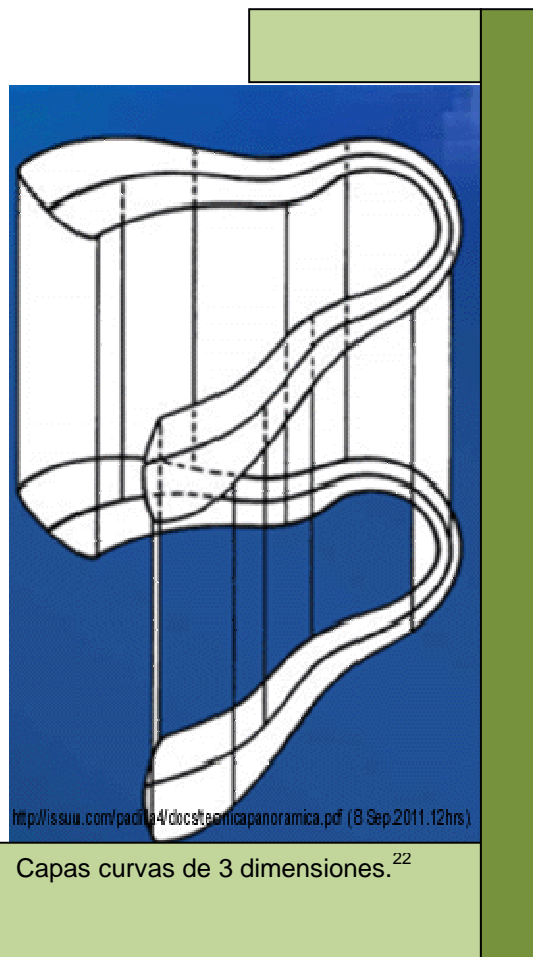
- Dos centro de rotación.
- Tres centros de rotación.
- Deslizamiento del centro de rotación.



3.4.2 Pasillo focal.

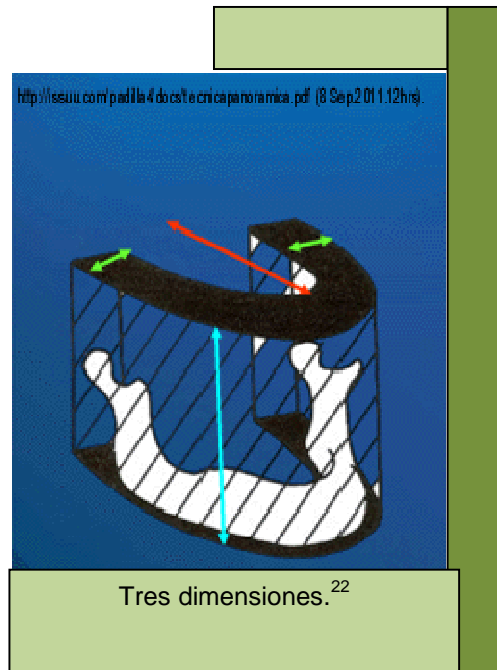
El pasillo focal es una zona o capa curva tridimensional de la imagen en la cual las estructuras están razonablemente bien definidas.

Con el diseño de las máquinas panorámicas, esta zona corresponde a la forma de los maxilares superiores e inferiores, la forma y la anchura del pasillo focal es determinada por la trayectoria del centro de rotación que se desliza.²²



Las tres dimensiones del pasillo focal son:

- Antero-posterior.
- Buco-lingual.
- Vertical.

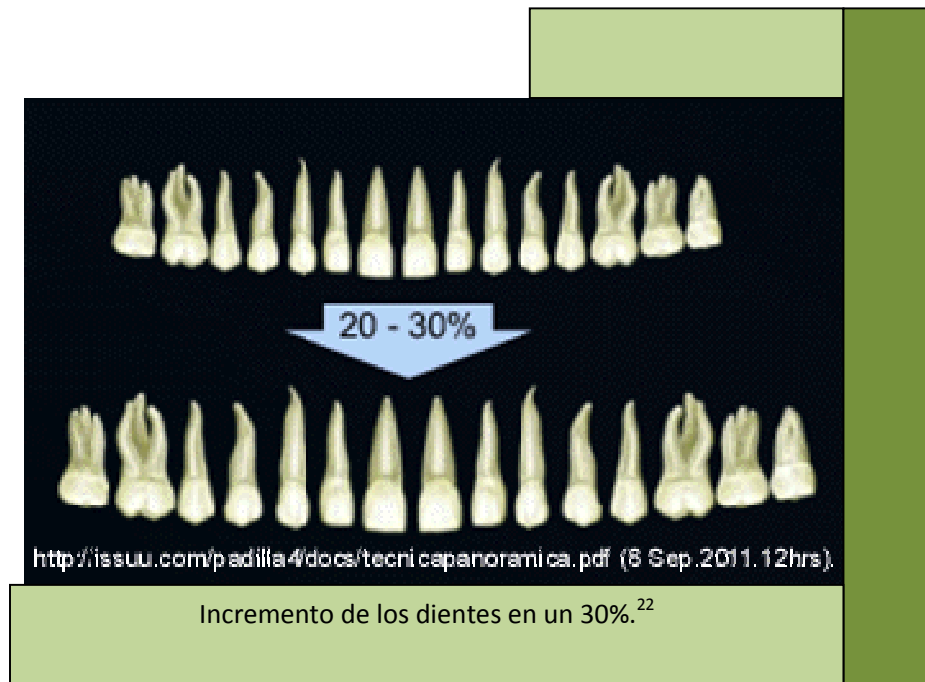


La nitidez varía de acuerdo a la localización del pasillo focal.



3.4.3 Magnificación.

Los objetos en el pasillo focal serán magnificados en dimensiones vertical y horizontal, esto es debido a la distancia objeto-película. La ampliación total será alrededor del 20 % al 30%.



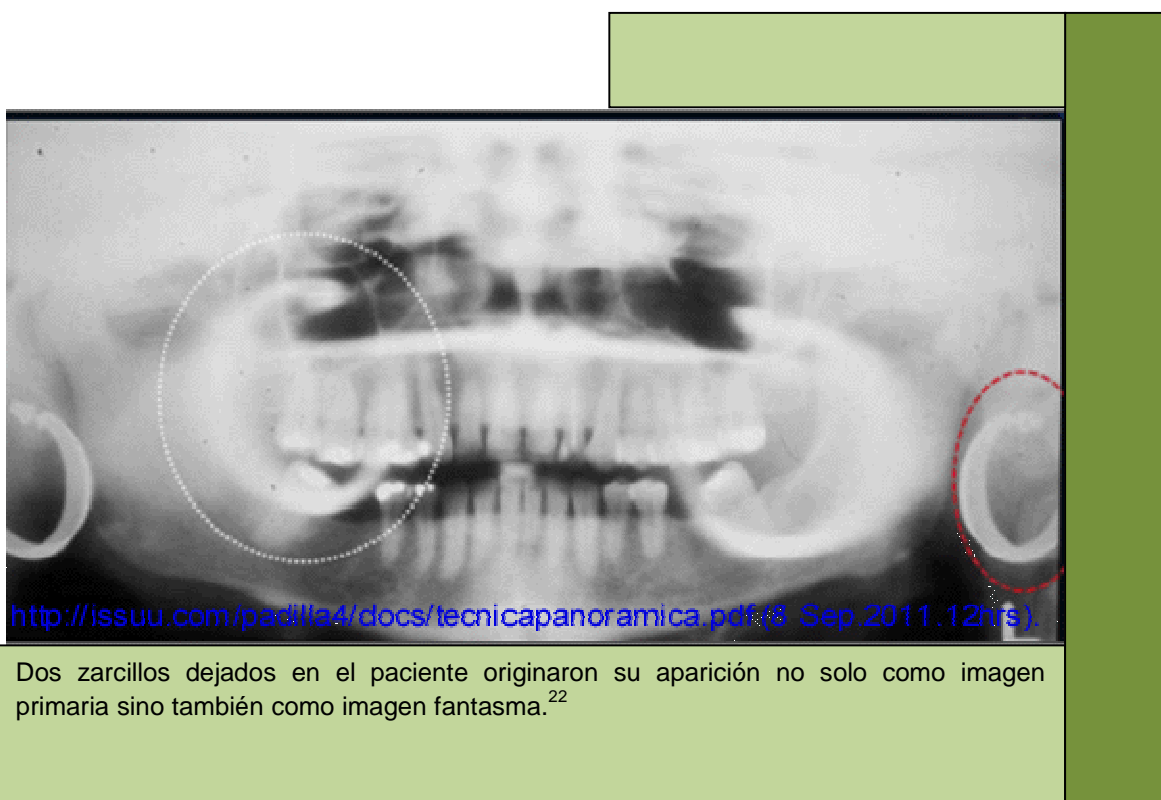
3.4.4 Imagen fantasma.

Es la sombra opaca de un objeto denso (joyas, anatomía), situado en el lado opuesto del paciente. por ejemplo la imagen fantasma de un pendiente en el oído derecho del paciente, será visto en la región del maxilar izquierda.

Su aparición se explica porque el haz atraviesa simultáneamente las hemiarcadas derecha e izquierda, la más cercana a la placa, forma la imagen primaria, mientras que la más cercana a la fuente de rayos x produce la imagen fantasma o secundaria.

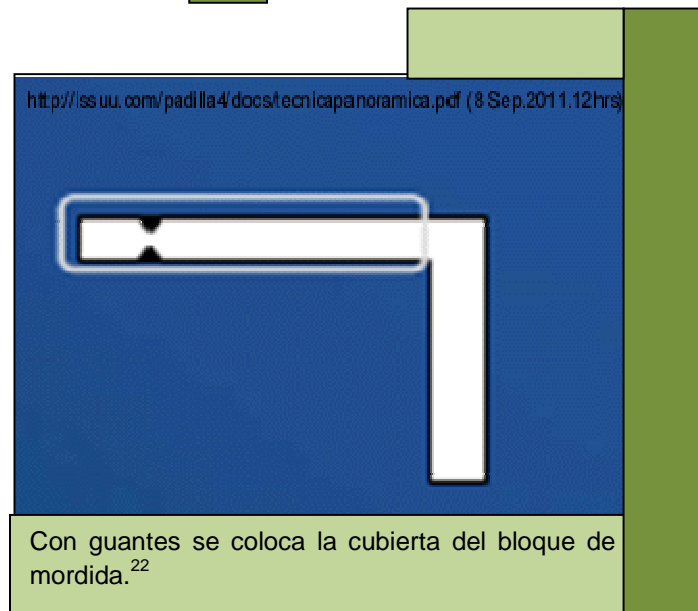
Las arcadas dentarias forman imágenes primarias, pero la rama ascendente, la apófisis coronoides, y los cóndilos forman imagen primaria y secundaria.

La imagen fantasma tendrá la misma forma del objeto real, pero esta será más grande, estará ubicada más arriba si la comparamos con el objeto real, además de ser menos distinguible parecido a una sombra con menor detalle.²²



3.5 Factores de la técnica de la Ortopantomografía.

Se coloca la película entre las pantallas intensificadoras en un cuarto oscuro, para luego colocarlas en el chasis y llevarlo a la máquina.

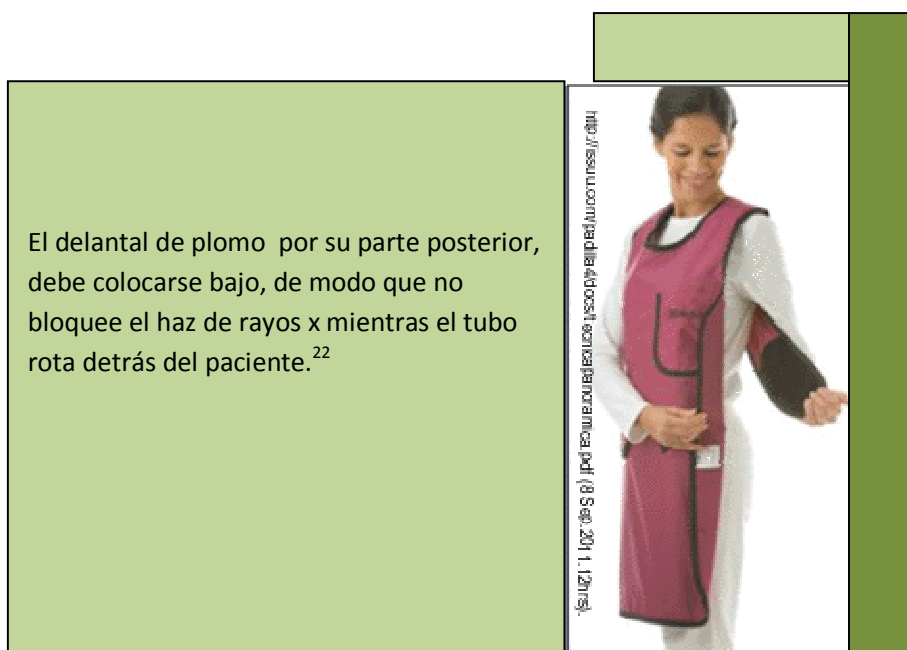


3.5.1 Preparación del paciente.

Se le tiene que pedir al paciente que se retire todo objeto metálico que se encuentre del cuello hacia arriba, anteojos, joyería, dentaduras, prótesis de oído, gorras, ganchos para el cabello, etc.



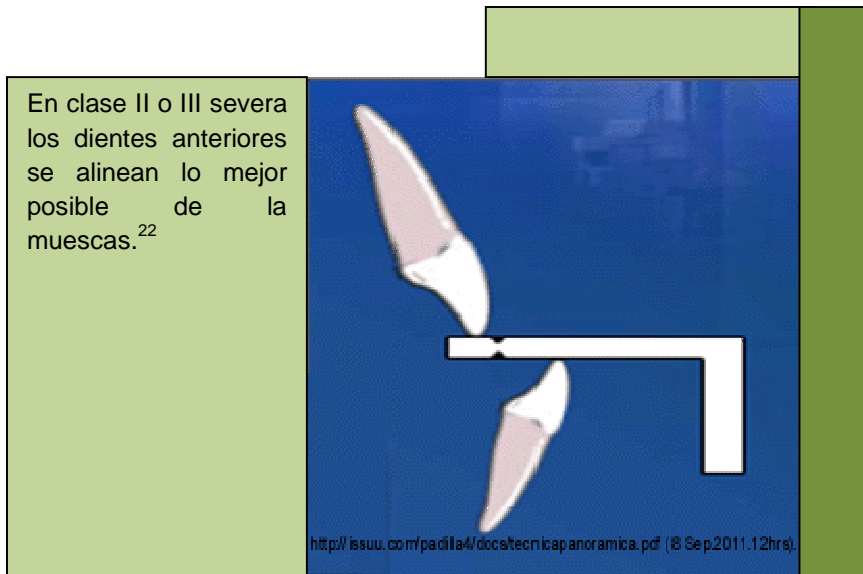
Se coloca al paciente un delantal de plomo, que no posea collarín tiroideo, ya que puede bloquear el haz de rayos x.



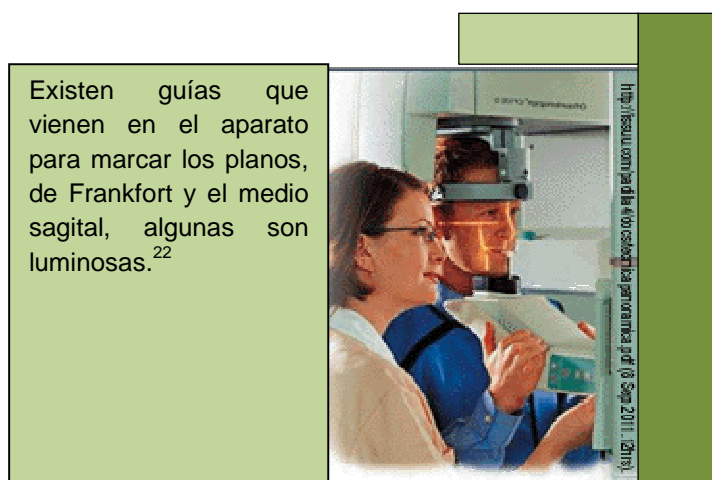
3.5.2 Posición de paciente.

Existen cinco pasos básicos de la colocación del paciente:

- Los incisivos superiores e inferiores se colocan en la muesca del bloque de mordida, esto garantiza que los dientes se encuentren en el pasillo focal.

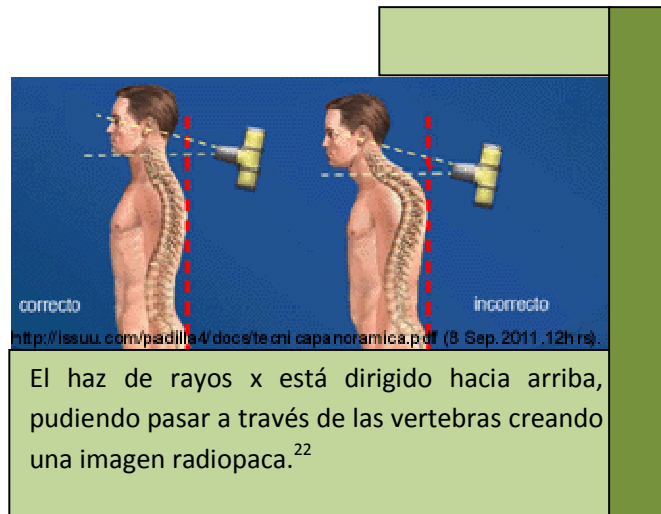


- El plano de Frankfort debe estar paralelo al piso. El plano medio sagital debe estar perpendicular al piso, y se centra en el bloque de mordida



■ La línea media no debe estar desplazada hacia la derecha o a la izquierda de la guía del plano sagital.

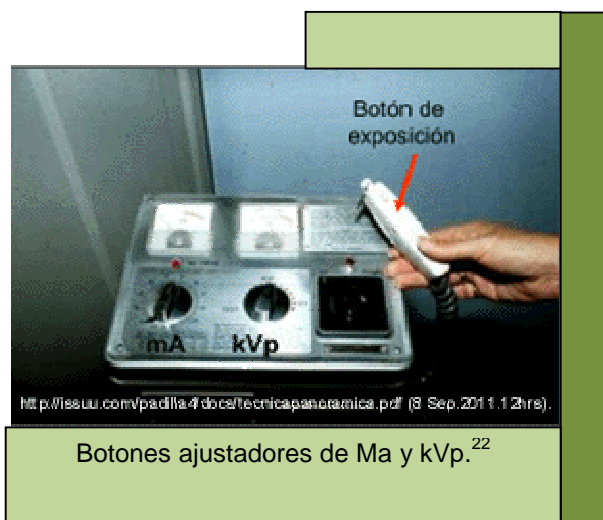
■ La columna debe estar recta.²²



3.5.3 Factores de exposición.

El kVp y el mA se pueden ajustar en las máquinas panorámicas. El tiempo de la exposición es fijo y no puede ser cambiado.

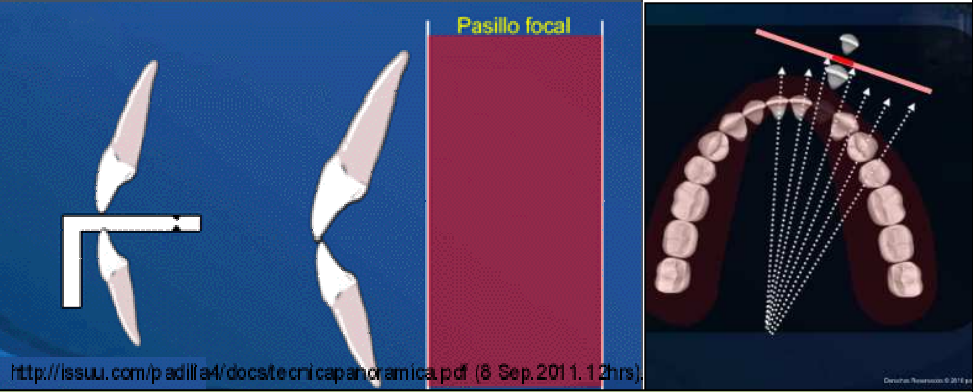
Se presiona el botón de la exposición y se mantiene hasta que el tubo haya terminado la trayectoria y se detenga. Algunas máquinas tienen una señal audible que indica la terminación de la exposición.²⁵



La dosis de exposición recibida en una película panorámica es aproximadamente igual al de 4 intraorales.

3.6 Errores en la técnica de la Ortopantomografía.

3.6.1 Dientes por delante del pasillo focal.



<http://issuu.com/padilla4/docs/tecnicapanoramica.pdf> (8 Sep. 2011. 12hrs)

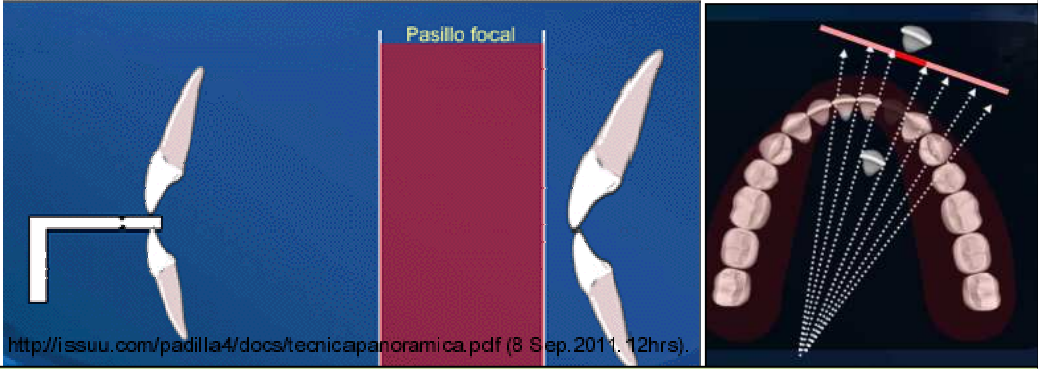
Si los dientes anteriores se colocan delante de la muesca del bloque de mordida, se encontrarán por delante del pasillo focal y aparecerán más estrechos y serán borrosos. Si los dientes están delante de la muesca, están más cerca a la película, dando por resultado una disminución en su diámetro mesiodistal.²²



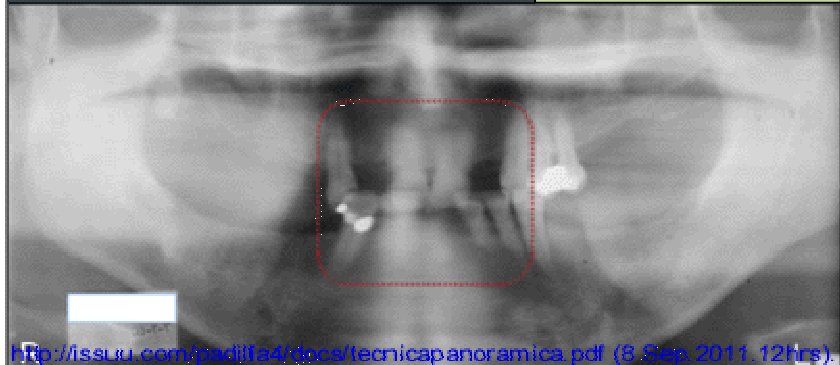
<http://issuu.com/padilla4/docs/tecnicapanoramica.pdf> (8 Sep 2011. 12hrs)

Ortopantomografía con dientes estrechos en sentido mesiodistal o distorsión horizontal.²²

3.6.2 Dientes detrás del pasillo focal.

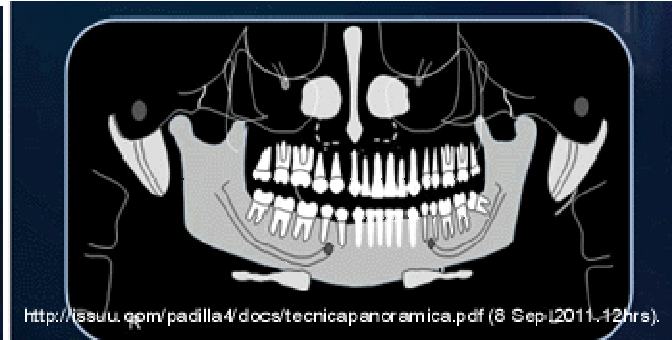
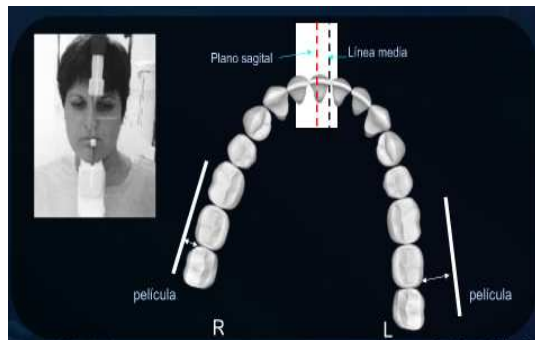


Si los dientes se colocan detrás de la muesca en el bloque de mordida, los dientes anteriores aparecerán más anchos y serán más borrosos. Los dientes estarán más lejos de la película dando por resultado el aumento de su diámetro mesiodistal.²²

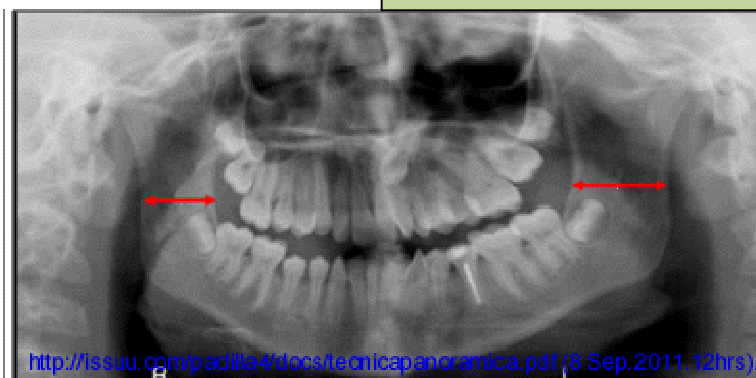


Radiografía distorsionada. Los órganos dentales del centro han quedado por detrás del área focal, observándose más anchas en sentido mesiodistal.²²

3.6.3 Rotación de la cabeza del paciente.



Si la cabeza rota, las estructuras de un lado estarán más cercanas a la película, y las estructuras del otro lado estarán más alejadas, observándose una imagen más angosta y más amplia respectivamente.²²



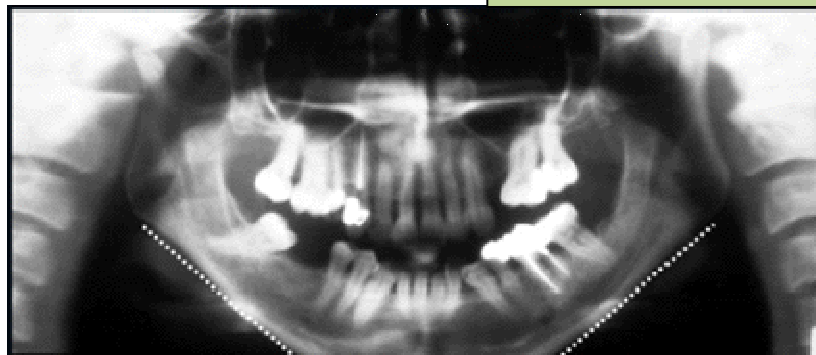
Rotación de la cabeza del paciente hacia el lado izquierdo, debido al aumento de la dimensión horizontal de las estructuras del mismo lado.²²

3.6.4 Inclinación de la cabeza hacia abajo.



Gracias Dr. Jayma Robert Muri
<http://issuu.com/padilla4/docs/tecnicapanoramica.pdf> (8 Sep. 2011. 12hrs).

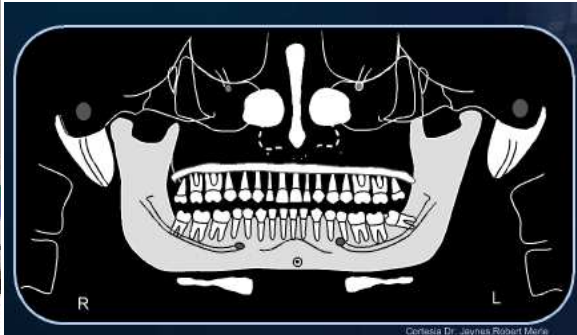
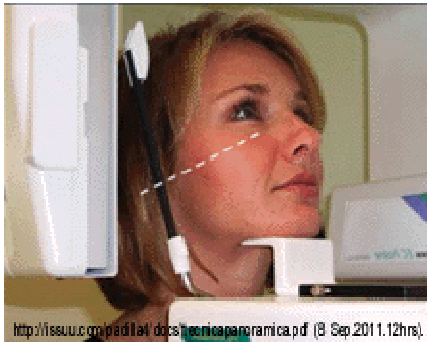
Si se coloca la cabeza de modo que el plano de Frankfort se incline hacia abajo, los incisivos inferiores aparecerán acortados y la mandíbula se vea en forma de V (sonrisa exagerada), además los cóndilos se acercan.²²



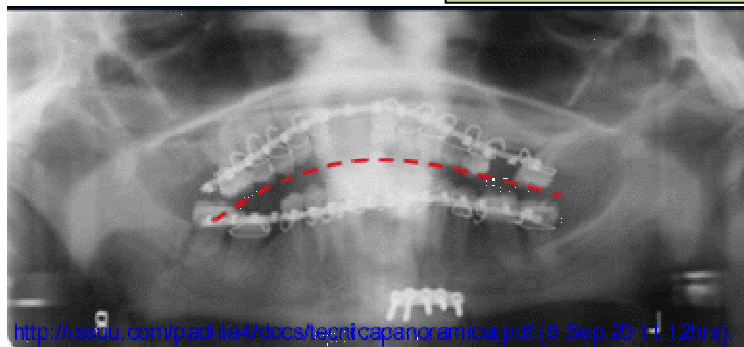
<http://issuu.com/padilla4/docs/tecnicapanoramica.pdf> (8 Sep. 2011. 12hrs).

Ortopantomografía de un paciente donde se colocó por error la cabeza inclinada hacia abajo.²²

3.6.5 Inclinación de la cabeza hacia arriba.

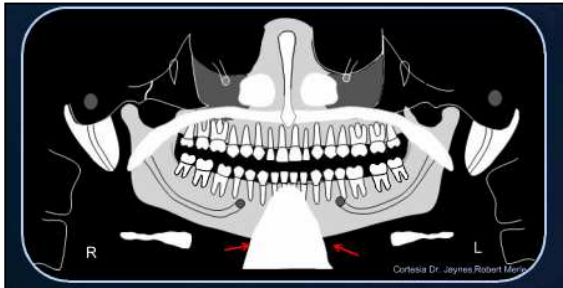


Si el plano de Frankfort se inclina hacia arriba, en la mandíbula aumenta la distancia entre los cóndilos y el paladar duro estará superpuesto sobre las raíces de los dientes maxilares. Puede tener aspecto de una sonrisa reversa o invertida.²²



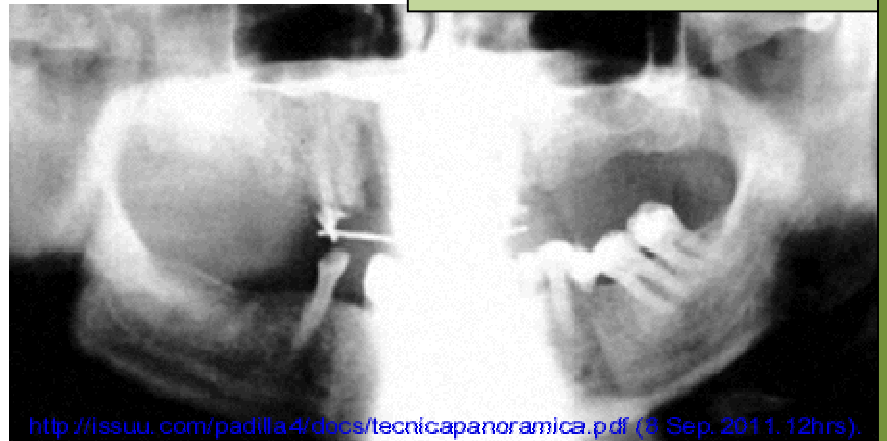
Ortopantomografía de característica de un paciente con la cabeza levantada durante la toma del estudio.²²

3.6.6 Delantal de plomo.



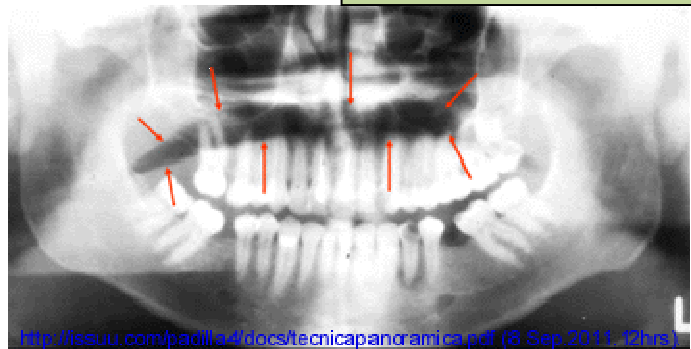
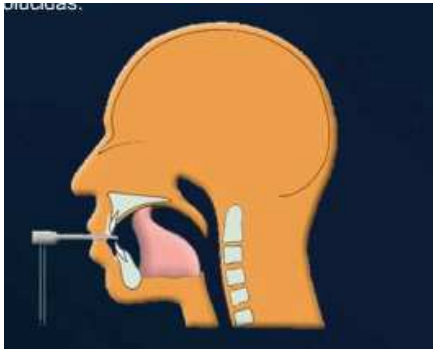
Si el delantal de plomo se coloca incorrectamente en el cuello del paciente, puede bloquear el haz de rayos x y el resultado es un área radiopaca en la película. El collar tiroideo nunca debe ser usado en la toma de radiografías panorámicas ya que ocasiona este problema.²²

3.6.7 Columna vertebral.



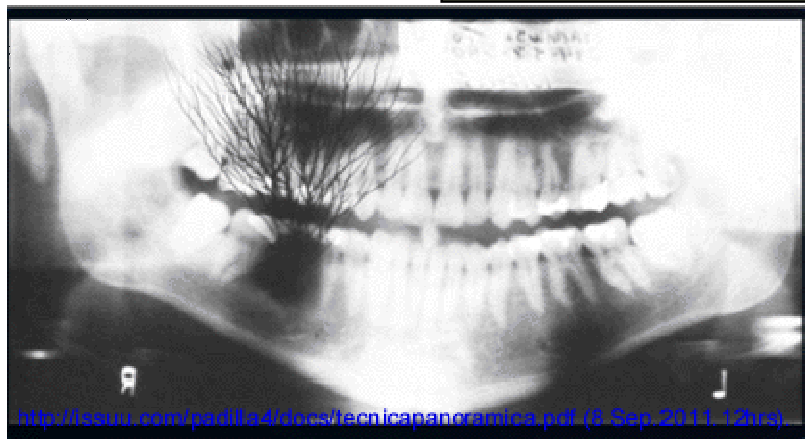
Si el paciente no está parado derecho, las vértebras cervicales pueden bloquear el haz de rayos x, mientras el tubo está inclinado por atrás del paciente en ángulo ascendente. Esto da lugar a un área radiopaca que se extiende hacia arriba en el centro de la película. En paciente con exagerada curvatura dorsal (cifosis), nótese la gran proyección de la columna, que impide la visualización de las estructuras maxilares centrales en la radiografía.²²

3.6.8 Espacio de la orofaringe.



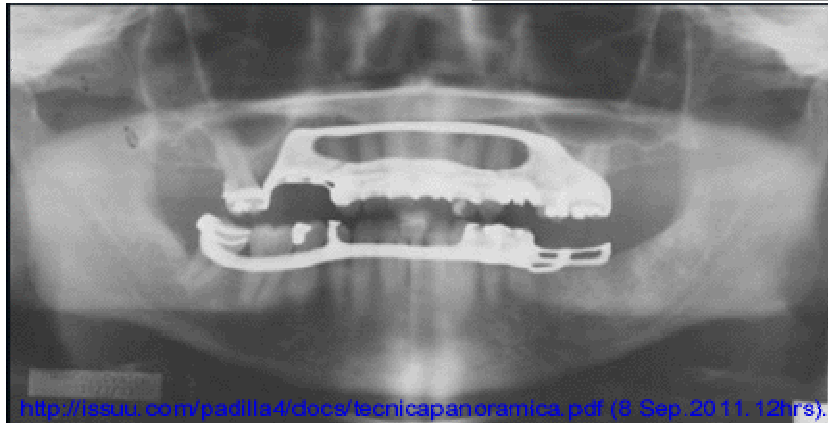
El espacio radiolúcido de la orofaringe es causado por no colocar la lengua en el paladar durante la exposición, esto hace difícil el diagnóstico de las alteraciones periapicales en el área maxilar que también son radiolúcidas. Esta posición de la lengua impedirá la proyección de la orofaringe, la cual provoca una banda ancha radiolúcida que es proyecta en los tercios medio y/o apicales de los dientes superiores, alcanzando incluso a veces los senos maxilares y las fosas nasales.²²

3.6.9 Descarga estática.



Aparece como líneas o puntos negros en la película, a menudo teniendo un aspecto de rama de árbol. Es causada al frotar la película con la pantalla intensificadora creando una descarga estática.²²

3.6.10 Prótesis dejadas en la boca.

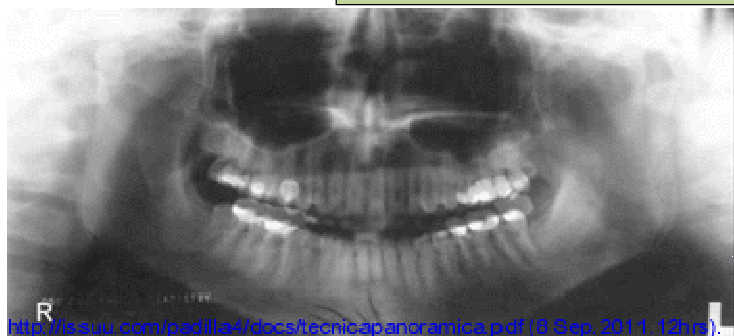


Esta dentadura parcial removible superior e inferior fue dejada en la boca. En este caso el metal de la prótesis interfiere con las imágenes de los dientes y tejido óseo, por lo que debe repetirse la película.²²

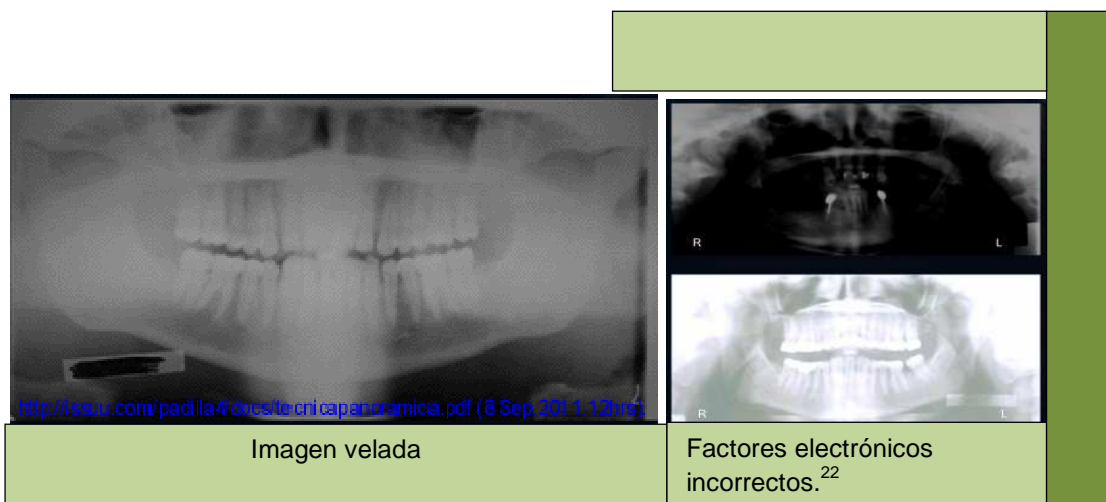
3.6.11 Otros errores.



Movimiento del paciente



Doble exposición de la radiografía.²²

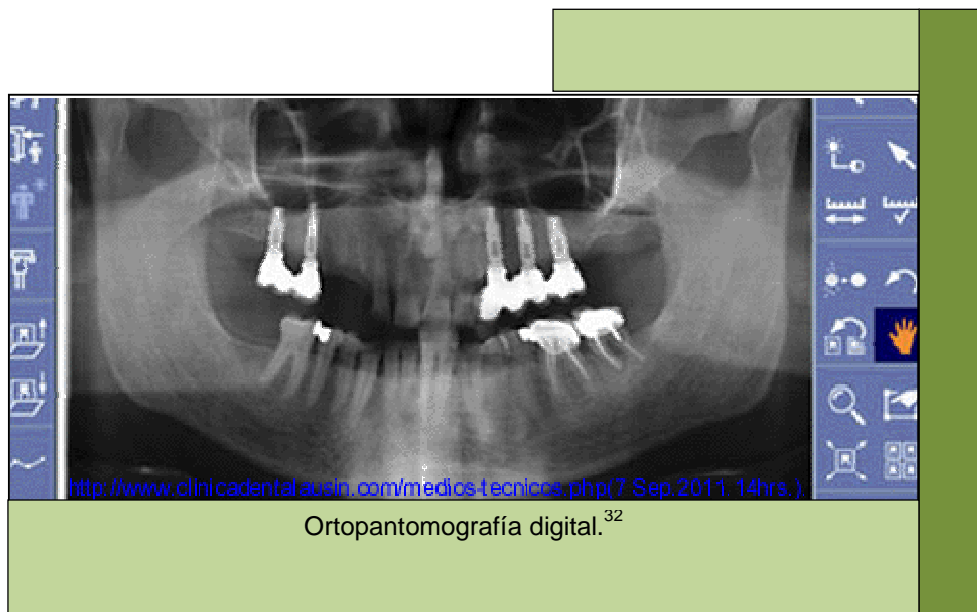


3.7 Radiografías digitales.

La radiografía digital debido a sus múltiples ventajas está tomando cada día mayor auge en el diagnóstico odontológico sin embargo ha de diferenciarse entre lo que es una radiografía digital y una radiografía digitalizada, ya que la calidad de imagen entre ellas puede variar sensiblemente, son realmente muchas las ventajas que involucran el éxito de la radiografía digital, sin embargo la comunidad odontológica toma sus precauciones respecto a su utilización como prueba clínica en la investigación experimental y su utilización como documento legal.²⁹

El uso de la radiografía digital ha aumentado considerablemente desde su introducción al mercado por Trophy en 1987. Esta tecnología posee un dispositivo de carga dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en el monitor, existe una gran cantidad de aplicaciones digitales en el área médica siendo la radiología una de las más utilizadas.

²⁹ Quirós O., Quirós J. " Radiología digital Ventajas, desventajas, implicaciones éticas. Revisión de la literatura." Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria "Ortodoncia.ws edición electrónica Agosto 2005.



Existen dos métodos esencialmente para obtener una imagen radiográfica digital: la imagen radiográfica digitalizada y la imagen radiográfica digital, la diferencia entre ambas consiste en que la imagen digitalizada se obtiene mediante el escaneo o la captura fotográfica de la imagen de una placa radiográfica, convirtiendo de esta manera una imagen analógica en una imagen digital, mientras que la radiografía digital se obtiene mediante la captura digital directa de la imagen para convertir los rayos-x directamente a señales electrónicas.³¹ Como no se usa luz en la conversión, el perfil de la señal y resolución son altamente precisas emitiendo una calidad de imagen excelente.

Los computadores utilizan el llamado sistema binario, con dos números 1 o 0 en cada una de esas unidades informativas que es llamada bit. Un interruptor con dos posiciones, se pueden agregar interruptores dependiendo de la necesidad del operador, formando de esta manera varias posiciones, por ejemplo $2^8 = 256$ posiciones. Las imágenes se forman por matrices de líneas horizontales y columnas verticales conocidas con el nombre de pixel. Para el almacenamiento de las imágenes radiográficas digitalizadas, pueden ser utilizados dos sistemas diferentes al adquirir las imágenes, los llamados CCD (Charge Couple Device).²⁹

El sistema CCD es un tipo de chip de silicio con cambios bidimensionales de transistores donde cada uno de los elementos corresponde a un pixel y en el de Almacenamiento de Fósforo la radiografía se toma sobre una especie de chasis o

³¹ <http://www.clinicadentalausin.com/medios-tecnicos.php>(7 Sep.2011.14hrs).

casete que contiene una lámina de fósforo, donde se guarda la información. El fósforo es un elemento químico que absorbe la energía que proviene de los rayos X tal como los punteros fluorescentes del reloj absorben la luz del sol. Pero este fósforo no devuelve esta energía de inmediato. Recién aparece cuando un rayo láser lo estimula.

Entonces, la lámina de fósforo libera la energía absorbida en forma de luz azul. Libera más donde la lámina ha sido más estimulada; o sea, donde ha recibido más radiación, y menos, donde ha sido menos estimulada. Este chasis es introducido en un scanner apropiado para realizar la lectura de la imagen, un sistema de lentes capta esta luz azul, el fotomultiplicador, que es como un CCD de la cámara digital. El fotomultiplicador capta la luz, la amplifica y la transforma en un pulso eléctrico: ya es información que será enviada por fibra óptica, almacenándola en el computador por medio de un conversor A/D (Analógico/ Digital).²⁹

3.7.1 Sensor receptor de la imagen (Radiovisiógrafo).

El sensor, es la parte que reemplaza a la película radiográfica. Genera la imagen a partir de la recepción de los rayos x, casi de la misma manera que lo hace la película. Sólo que de manera instantánea, genera y envía un archivo digital a la computadora con la radiografía tomada. Existen diferentes marcas, modelos y tamaños de radiovisiógrafos, cada uno con sus cualidades y limitaciones. Sin embargo todos funcionan básicamente de la misma manera.³⁰

La radiografía digital directa a diferencia de la radiografía digitalizada, utiliza sensores electrónicos sensibles a los rayos-x que son colocados de manera similar a la película común. El sensor electrónico va conectado a una computadora, creando una imagen radiológica que será visualizada inmediatamente en el monitor. La sensibilidad extrema del sensor permite una reducción que varía desde un 30% en radiografías del cráneo a 60% en panorámica y hasta 90% de disminución de radiación en radiografías intraorales.³⁰

³⁰ <http://dentalxray.wordpress.com/category/radiovisiografos> (7 Sep.2011.16hrs).



3.7.2 Ventajas de la radiografía digital.

El mayor beneficio tanto en la fotografía como en la radiografía digital se encuentra en el proceso de revelado, mientras que en el proceso convencional se requiere imprimir un negativo o una placa radiográfica, para ser llevado a un proceso de revelado y fijación de la imagen el cual puede variar entre minutos en el caso de las radiografías hasta horas o días en el caso de las imágenes fotográficas, las imágenes digitales se obtienen en fracciones de segundos esto puede significar una diferencia entre la obtención o no de una buena imagen, muchas veces tomamos una diapositiva de un procedimiento quirúrgico o una imagen patológica antes de proceder a tratarla clínicamente y luego al revelarla nos percatamos que la imagen no salió como se desea , ya sea por luminosidad, enfoque o cualquier otra razón imputable ocasionalmente al proceso de revelado.

En la fotografía y en la radiología digital el resultado puede ser analizado de inmediato, editado, ampliado, puede aumentarse o disminuirse el contraste y la luminosidad para obtener la mejor imagen posible del objeto en estudio y preservarla de manera electrónica o impresa.²⁹

Los beneficios colaterales son:

Sanitario:

- Menor dosis de radiaciones para el paciente y el operador.
- Menor cantidad de material contaminante (Plomo, Químicos de revelador y fijador).

Economía:

- Ahorro de placas radiográficas y rollos fotográficos.
- Ahorro en la compra de reveladores y fijadores

Ahorro en la compra y mantenimiento de procesadoras de placas y equipos de revelado.

Ergonomía:

- Disminución del espacio para guardar las imágenes.
- Facilita la creación de archivos digitales
- Menor necesidad de espacio e instalación.
- Diagnóstico y envío de resultados.
- El alto contraste de las imágenes digitales facilita el diagnóstico imagenológico por parte del radiólogo o de la persona encargada de realizarlo.
- Permite el envío de los resultados obtenidos y de las imágenes en archivos vía Internet con asombrosa rapidez, lo que pudiera llegar a establecer la diferencia entre la vida y la muerte de un paciente.
- Facilita la interconsulta entre profesionales.
- Optimiza la comunicación con el paciente.²⁹

3.7.3 Desventajas de la radiografía digital.

La facilidad con la que las imágenes electrónicas pueden ser modificadas, despierta la suspicacia de que las mismas pudiesen ser adulteradas para actos ilícitos. Y probablemente las radiografías digitales sean más fáciles de modificar

que las fotografías. Las modificaciones realizadas por un aficionado, pueden identificarse al ampliar las imágenes.

Aún las modificaciones más finas con alto grado de contraste, que requieren tiempo y mucha técnica, pueden ser identificadas por un especialista en imágenes digitales. Sin embargo un técnico especializado puede hacer las modificaciones tan perfectas que aún otro técnico no podría distinguirlas.

Esta suspicacia ha creado una sombra de duda sobre el uso de las fotografías y radiografías digitales como documento válido en el respaldo de un trabajo experimental o como pruebas de aspecto legal en conflictos de tipo judicial.

En el ámbito biomédico una imagen puede llegar a ser la diferencia entre el resultado positivo o negativo de una investigación entre la verdad y la falacia no es meramente una cuestión de tipo técnico, es primordialmente una cuestión de ética.

Numerosos actos ilícitos han sido descubiertos en el uso de la fotografía y la radiología convencional y no por ello ha perdido vigencia, el perfeccionamiento tecnológico en imagenología nos lleva al mismo camino, siempre habrá individuos con un alto sentido de la ética y la moral y por otro lado la contraparte de aquellos que tratando de engañar a otros cometen actos reñidos con todo principio ético, desde la utilización de medios engañosos para la prueba de medicamentos y drogas en humanos sin indicarle los riesgos a que son sometidos como aquellos que falsean resultados e imágenes pretendiendo aparentar evidencias inexistentes.

Todo esto pronostica nuevos especialistas en delitos informáticos en el área biomédica para detectar y develar los fraudes científicos que pudieran derivarse de estas nuevas tecnologías, no serán los editores, los abogados ni los jueces quienes interpretarán estas imágenes, serán imagenólogos especializados quienes verificarán y detectarán cualquier imagen adulterada.⁷

Mientras esto sucede como medida preventiva la recomendación a los editores biomédicos ante cualquier duda relacionada a imágenes en algún artículo a ser publicado en sus revistas sería solicitar al autor copia digital de la imagen (no impresa) y proceder a ampliarla hasta al menos 4 veces su tamaño original con cualquier procesador de imágenes, esto le permitirá observar las zonas de variación de contraste y o color en la imagen que pudieran levantar alguna sospecha de alteración fraudulenta de la misma. Si observa alguna zona donde la variación del contraste o color es brusca o sospecha de ello solicite la revisión de la imagen por un especialista en manejo de imágenes y el podrá sacarle de las dudas.²⁹

Capítulo 4: Osteoporosis.

El hecho de que existan múltiples factores que pueden intervenir en la etiopatogenia de la Osteoporosis, y el de su poca expresividad clínica hasta que no se producen las complicaciones –las fracturas– plantea un problema práctico en la consulta diaria a la hora de identificar a las personas con riesgo de padecer Osteoporosis y a la hora de concretar nuestra actuación. Estos aspectos, junto con las dificultades para el acceso desde la atención primaria a una prueba complementaria que confirme el diagnóstico así como la sobrecarga de tareas en nuestra consulta hacen que muchas veces pase desapercibida esta enfermedad. De modo que, en el apartado de orientación diagnóstica de la Osteoporosis tratamos de clarificar y cohesionar este abordaje, dando unas líneas guía muy útiles para sospechar la enfermedad y unas pautas de actuación que van a permitir centrar el diagnóstico de una forma eficaz y certera.

4.1 Definición de la Osteoporosis.

La Osteoporosis (OP) se define como una enfermedad generalizada del sistema esquelético caracterizado por la pérdida de masa ósea y por el deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, que compromete la resistencia ósea y que condiciona como consecuencia una mayor fragilidad ósea y una mayor susceptibilidad a las fracturas. Es una definición propuesta por el *National Institute of Health* (NIH) que, actualiza a la previamente establecida por consenso en 1993 en Hong-Kong.³²

Cuando la masa ósea del adulto alcanza su valor máximo aproximadamente a los 35 años, la tasa de síntesis y de reabsorción ósea es equivalente. Este equilibrio normal entre la síntesis y reabsorción ósea mantiene constante la masa esquelética. A partir de los 40 años se observa una lenta reducción de la densidad de masa ósea en ambos sexos (aproximadamente 0,3-0,5% al año). Se desconocen las razones por las que se produce esta pérdida ósea con la edad, y por qué se inicia a una edad más temprana en las mujeres y sigue un curso más

³² M.T. Hermoso de Mendoza. **Clasificación de la osteoporosis. Factores de riesgo.** Clínica y diagnóstico diferencial. Anales Sis San Navarra v.26 supl.3 Pamplona 2003.

acelerado incluso antes de la menopausia. Sin embargo, un individuo que no alcance un pico de masa ósea óptimo durante la infancia y adolescencia puede padecer osteoporosis sin que se produzca una pérdida acelerada de masa ósea.

La definición de Osteoporosis del NIH integra dos características: la cantidad de masa ósea (componente cuantitativo) y el concepto resistencia-fragilidad ósea (componente cualitativo).

La densidad de masa ósea (DMO) se expresa en gramos de mineral por unidad de superficie (cm^2). La DMO puede estimarse por una amplia variedad de técnicas^{4,5} entre las que se considera a la DEXA como patrón oro.

La calidad ósea se refiere a la microarquitectura del tejido óseo que, sólo es posible objetivar mediante técnicas cruentas como la biopsia ósea lo cual, no es aplicable a la práctica clínica. Es por este motivo y por el hecho de que la DMO representa un 70% de la resistencia del hueso por lo que, en la práctica habitual aunque no sea del todo correcto, tendemos a equiparar la resistencia ósea con la DMO puesto que la disminución de la misma se asocia fuertemente a la aparición de fracturas^{3,7}. Pero también radica en este aspecto la explicación de las diferencias en la incidencia de fracturas en pacientes con la misma DMO.

De todo lo anterior se deduce una importante limitación práctica, tanto para diagnosticar la Osteoporosis, como para estimar adecuadamente el riesgo de que se complique con fracturas.

En 1994, la OMS estableció las categorías o criterios diagnósticos de la OP sobre la base de criterios epidemiológicos que tienen en cuenta la evolución de los valores de la masa ósea con la edad (evaluados con densitometría ósea como densidad mineral ósea) y la prevalencia e incidencia de las fracturas osteoporóticas en mujeres posmenopáusicas de raza blanca. Así, se definen cuatro categorías:

■ Normal: cuando la DMO es superior a -1 DE en la escala T.

■ Osteopenia: cuando la DMO se sitúa entre -1 y $-2,5$ DE en la escala T.

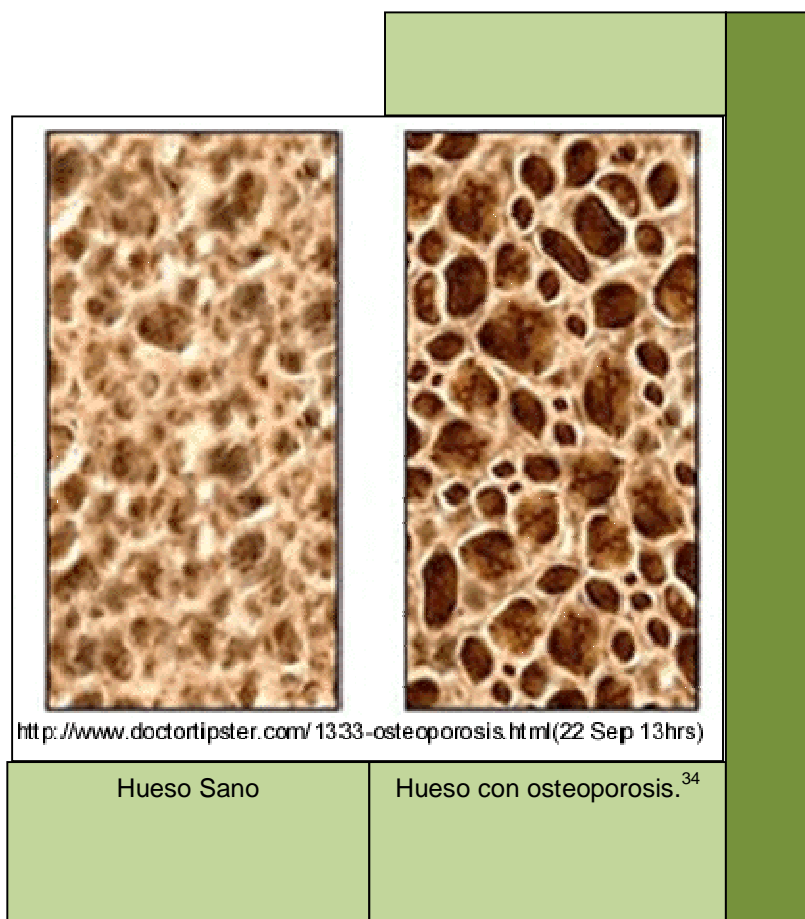
■ Osteoporosis: cuando la DMO es inferior a $-2,5$ DE en la escala T.

■ Osteoporosis grave o establecida: cuando al criterio de osteoporosis se añade la presencia de fracturas.

La escala T toma como referencia la DMO de la población joven cuando se alcanza el pico máximo de masa ósea.

La puntuación en la escala Z relaciona los valores de DMO del sujeto con los correspondientes a su mismo grupo de edad y sexo. El valor Z cobra un especial interés a la hora de establecer criterios terapéuticos, sobre todo en edades avanzadas.

Hasta la fecha, esta clasificación densitométrica se considera universalmente aceptada como criterio diagnóstico, a pesar de que es una clasificación que plantea varias limitaciones (de manera estricta, sólo es adecuada para mujeres postmenopáusicas de raza blanca; no tiene en cuenta el componente cualitativo del hueso; su aplicación principal es en columna vertebral y cadera y pueden existir interferencias en la medición por patología degenerativa o calcificaciones paravertebrales). Es muy probable que en un plazo no muy lejano asistamos a un cambio de esta definición.³³



³³ Kanis JA. Assessment of bone mass and osteoporosis. En: Kanis JA, ed. Osteoporosis. Oxford: Blackwell Science, 1994.

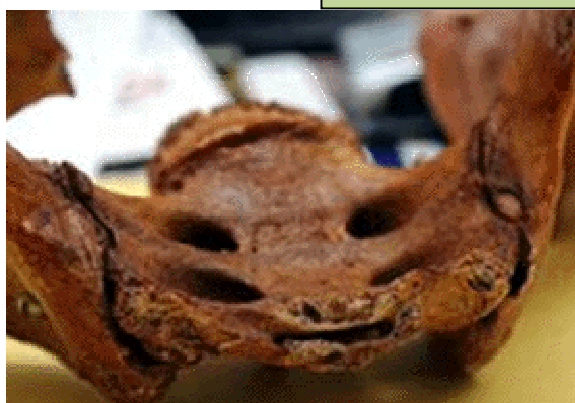
³⁴ <http://www.doctortipster.com/1333-osteoporosis.html> (22 Sep.2011.13hrs).

4.2 Historia de la Osteoporosis a través del tiempo.

En Francia a principios de 1820, como una mera descripción del estado patológico del hueso, el término osteoporosis hizo su entrada en el vocabulario médico inglés sólo en el siglo XX. Aunque ahora se sabe que la palabra osteoporosis ha existido al menos 150 años, sus orígenes continúan siendo algo misteriosos. En un sentido moderno, la palabra tiene unos 60 años de edad. Debido a Albright y sus colaboradores, ésta comenzó al captar la atención de la comunidad médica, en los 40, pero hoy en día pareciera que más de 100 años de historia anterior, estuvieran perdidos u olvidados.

Los primeros casos parecen estar ligados al origen de la humanidad, la masa y la pérdida ósea han sido examinadas en poblaciones arqueológicas en diferentes zonas geográficas. Estudios extensos han sido conducidos con material arqueológico de la Nubia Sudamesa, Norteamérica y el Ártico norteamericano, y en menor número estudios realizados en esqueletos de poblaciones de Europa. Estos estudios han sido realizados con métodos no invasivos como radiografías y absorciometría de fotones.

Los paleontólogos han discutido varios factores que ellos consideran que influyan en el mantenimiento de la masa ósea en poblaciones pasadas. Una importante observación, es que existe una rara, o ausente prevalencia de fracturas osteoporóticas en culturas pasadas y no refleja el patrón de osteoporosis que se presenta hoy en día.



<http://ciencias.jornada.com.mx/noticias/osteoporosis-un-proceso-natural> (22 Sep.2011 16hrs)

La enfermedad afecta a uno de cada ocho hombres y a una de cada tres mujeres después de los 50 años. Foto: UNAM.³⁶

La pérdida ósea que se observa en el pasado relacionada con la edad, se observa en ambos sexos, y la pérdida más alta en mujeres, se observa en categoría de edad joven. Así, el cuadro de la pérdida ósea en el registro arqueológico es claramente diferente, al patrón osteoporótico asociado el envejecimiento y menopausia que se da hoy en día. El registro arqueológico puede indicar que los factores que comprometen a la calidad ósea en la osteoporosis hoy en día no estuvieron presentes o de alguna manera se previno en poblaciones pasadas.

La masa ósea reducida en poblaciones pasadas pueden reflejar el efecto del estrés nutricional actuando en conjunto con la reducción de actividad física y otros factores del estilo de vida no identificados.³⁵

4.3 Clasificación de la Osteoporosis.

4.3.1 Osteoporosis primaria.

Constituye el grupo más amplio e incluye los casos de OP en los que no se identifica ninguna enfermedad que la justifique directamente. Se distinguen:

Osteoporosis idiopática juvenil y Osteoporosis del adulto joven.

Afecta a niños o adultos jóvenes de ambos sexos con función gonadal normal.

La Osteoporosis idiopática juvenil es un trastorno raro, que se inicia generalmente entre los 8 y los 14 años. Se manifiesta por la aparición brusca de dolor óseo y de fracturas con traumatismos mínimos. El trastorno remite por sí solo en muchos casos y la recuperación ocurre de forma espontánea en un plazo de 4 ó 5 años.

La Osteoporosis idiopática del adulto joven se observa en varones jóvenes y mujeres premenopáusicas en las que no se objetiva ningún factor etiológico. El comienzo del trastorno en algunas mujeres aparece con el embarazo o poco después. Estas mujeres presentan disminuciones de la DMO del hueso trabecular

³⁵ <http://www.avanzar.com.co/web/osteologia22.pdf>(22 Sep.2011.15hrs).

³⁶ <http://ciencias.jornada.com.mx/noticias/osteoporosis-un-proceso-natural>(22 Sep.2011.16hrs.).

que puede permanecer baja durante muchos años. Los estrógenos no son eficaces en este tipo de Osteoporosis.

La evolución es variable y a pesar de que los episodios de fracturas recidivantes son característicos, no se produce un deterioro progresivo en todos los enfermos.

Osteoporosis postmenopáusica. Tipo I

Ocurre en un subgrupo de mujeres posmenopáusicas de 51 a 75 años y se caracteriza por una pérdida acelerada y desproporcionada de hueso trabecular (alta remodelación ósea). Las fracturas de los cuerpos vertebrales y de la porción distal del radio son complicaciones frecuentes. Se observa disminución de la actividad PTH para compensar el aumento de la reabsorción ósea. El tratamiento antirreabsortivo es eficaz para frenar la pérdida ósea.

Osteoporosis senil. Tipo II

Se detecta en algunas mujeres y varones de más de 70 años como consecuencia de un déficit de la función de los osteoblastos (bajo remodelado óseo). Otros factores etiopatogénicos son: sedentarismo-inmovilización, peor absorción intestinal de calcio, menor insolación y trastornos nutricionales que ocasionan déficit de vitamina D e Hiperparatiroidismo secundario. Se asocia con fracturas de cuello femoral, porción proximal del humero y pelvis, por afectarse tanto el hueso cortical como el trabecular. El tratamiento antirreabsortivo es menos eficaz en este tipo de Osteoporosis, tal y como cabe esperar por su mecanismo patogénico.

4.3.2 Osteoporosis secundaria.

Se clasifican en este grupo todos aquellos casos de Osteoporosis que son una consecuencia o bien una manifestación acompañante de otras enfermedades o de su tratamiento. La mayoría de estas causas se recogen en la tabla 1 y como puede apreciarse son numerosas y muy diversas.

1. Enfermedades endocrinológicas.	3. Transtornos Genéticos.	7. Drogas.
<p>a) Estados hipogonadales.</p> <p>Insensibilidad a los andrógenos.</p> <p>Transtornos de la conducta alimentaria.</p> <p>Amenorrea de los atletas.</p> <p>Hiperprolactinemia.</p> <p>Panhipopituitarismo.</p> <p>Menopausia precoz.</p> <p>Síndrome de Turner o Klinefelter.</p>	<p>Hemocromatosis.</p> <p>Hipofosfatisis</p> <p>Osteogénesis imperfecta.</p> <p>Síndrome de Ehler-Danlos.</p> <p>Síndrome de Marfan.</p> <p>Síndrome de Menkes.</p> <p>Síndrome de Riley/Day.</p> <p>Porfirias.</p>	<p>Anticoagulantes: heparina y cumarínicos</p> <p>Anticomiciales</p> <p>Ciclosporina y tacrolimus</p> <p>Drogas citotóxicas.</p> <p>Glucocorticoides y ACTH.</p> <p>Agonistas de la hormona liberadora de gonadotropinas.</p> <p>Metotrexate.</p>
<p>b) Patologías gastrointestinales.</p> <p>Acromegalia.</p> <p>Insuficiencia suprarrenal.</p> <p>Enfermedad de Cushing.</p> <p>Diabetes mellitus tipo I.</p> <p>Hiperparatiroidismo primario y secundario.</p> <p>Hipertiroidismo.</p> <p>Secreción tumoral de PTH.</p>	<p>4. Transtornos hematológicos.</p> <p>Mieloma múltiple.</p> <p>Leucemias u linfomas.</p> <p>Mastocitosis sistémica.</p>	<p>8. Miscelánea.</p> <p>Alcoholismo.</p> <p>Amiloidosis.</p> <p>Sarcoidosis.</p> <p>Fibrosis quística.</p> <p>Insuficiencia cardíaca.</p> <p>Enfisema</p> <p>Enfermedad renal terminal.</p> <p>Hipercalciuria idiopática.</p> <p>Esclerosis múltiple.</p> <p>Nutrición parenteral.</p> <p>Anorexia nerviosa.</p>
<p>2. Enfermedades gastrointestinales.</p> <p>Gastrectomía</p> <p>Malabsorción.</p> <p>Enfermedad inflamatoria intestinal.</p> <p>Cirrosis biliar primaria.</p> <p>Enfermedad hepática grave.</p> <p>Insuficiencia pancreática exocrina.</p>	<p>5. Enfermedades reumáticas.</p> <p>Artritis reumatoide.</p> <p>Espondilitis anquilosante.</p>	
	<p>6. Transplante de órganos.</p> <p>Transplante de médula.</p> <p>Transplante de: riñón, hígado, corazón o pulmón.</p>	
<p>Tabla: Causas de la osteoporosis secundaria.³⁷</p>		

La importancia de identificarlas adecuadamente radica en que esto nos permite llevar a cabo una terapia etiológica. Además, estas entidades patológicas, por lo tanto, deben tenerse en cuenta como factores de riesgo de Osteoporosis.³⁷

4.4 Factores de riesgo de la Osteoporosis.

Por medio de estudios epidemiológicos se han identificado múltiples marcadores y factores de riesgo que conllevan una mayor probabilidad de desarrollar Osteoporosis. Tienen baja sensibilidad y baja especificidad pero han de ser tenidos en cuenta para poder abordar adecuadamente la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de la Osteoporosis. Diversos autores han intentado desarrollar métodos para identificar los factores de riesgo de baja masa ósea y medir el carácter predictivo de Osteoporosis de cada factor para facilitar la sospecha diagnóstica de esta enfermedad. Sin embargo, no disponemos de ningún cuestionario validado para uso clínico. Aunque sabemos que los factores con mayor peso específico son: más de 10 años de menopausia, antecedente de fractura previa, historia familiar de Osteoporosis y la edad.³⁷

1. Factores genéticos o constitucionales.	2. Estilo de vida y nutrición. ³⁷
<p>Edad.</p> <p>Sexo: mujer.</p> <p>Historia de fractura por fragilidad después de los 45 años.</p> <p>Raza caucásica o asiática.</p> <p>Antecedente familiar de OP y/o fractura de cadera</p>	<p>Baja ingesta de calcio en la dieta. Déficit de vitamina D: defecto nutricional, falta de insolación</p> <p>IMC bajo: <19Kg/m².</p> <p>Tóxicos: Tabaquismo y Alcoholismo.</p> <p>Sedentarismo.</p> <p>Nutrición no equilibrada. Exceso de proteínas, dieta vegetariana, exceso de café.</p>

³⁷ M.T. Hermoso de Mendoza. Clasificación de la osteoporosis. Factores de riesgo. Clínica y diagnóstico diferencial. Anales Sis San Navarra v.26 supl.3 Pamplona 2003.

<p>3. Deficit de hormonas sexuales.</p>	<p>4. Tratamiento farmacológico crónico.</p>
<p>Menarca Tardía >15 años</p> <p>Amenorrea prolongada :mayor a 1 año.</p> <p>Nuliparidad de causa hormonal.</p> <p>No lactar o lactar más de 6 meses.</p> <p>Menopausia temprana:<45 años más severa por causa quirúrgica.</p> <p>Hipogonadismo en el varón.</p>	<p>Glucocorticoides:>7.5mg/día>6 meses y ACTH.</p> <p>Anticonvulsivantes.</p> <p>Tiroxina sobredosificada.</p> <p>Lítio.</p> <p>Heparina.</p> <p>Antiandrógenos.</p> <p>Quimioterápicos.</p> <p>Antiácidos con fosfato y aluminio.</p> <p>Tamoxifeno(premenopausia).</p>
<p>5.Patologías que afectan el metabolismo óseo.³⁷</p>	
<p>a) Enfermedades endócrinas:</p> <p>Diabetes mellitus de larga evolución (tipo I sobretodo).</p> <p>Hipertiroidismo.</p> <p>Hipogonadismo primario y secundario.</p> <p>Hiperparatiroidismo.</p> <p>Síndrome de Cushing.</p> <p>Enfermedad de Addison.</p> <p>Acromegalia.</p> <p>Prolactinoma.</p> <p>b) Alteraciones de la absorción intestinal y hepatopatías crónicas.</p> <p>Gastrectomía</p> <p>Síndromes de malabsorción: intolerancia a la lactosa, enfermedad celiaca</p>	<p>Enfermedad de Crohn, colitis ulcerosa.</p> <p>Cirrosis biliar primaria.</p> <p>Porfiria congénita.</p> <p>Hemocromatosis.</p> <p>Nutrición parenteral.</p> <p>c) Enfermedades inflamatorias crónicas.</p> <p>Amiloidosis.</p> <p>Artritis reumatoide.</p> <p>Espondilitis anquilosante.</p> <p>Colagenosis.</p> <p>Sarcoidosis.</p> <p>f)Postransplantados.</p> <p>g)Anorexia nerviosa</p> <p>h) Otras: EPOC, esclerosis múltiple e</p>

4.4.1 Menopausia.

Supone la condición de riesgo más importante para esta enfermedad. En el mundo occidental se mantiene la edad media de presentación de la menopausia a los 49 años mientras que, la esperanza de vida ha aumentado hasta superar los 80 años. Esto condiciona que la mujer pase más de la tercera parte de su vida en menopausia. Circunstancia que justifica que la prevalencia de la Osteoporosis haya aumentado de forma notable en los últimos años. La privación estrogénica supone una falta de freno a la acción de los osteoclastos y esto conlleva una pérdida acelerada y desproporcionada de hueso trabecular (alto remodelado óseo). Esta acción, junto con el hecho de que el pico de masa ósea en la mujer es más precoz y de menor cuantía que en el varón justifica, en gran medida, que la Osteoporosis sea mucho más frecuente en el sexo femenino. El riesgo es mayor cuanto más precoz es la edad de la menopausia, y mucho más intenso cuando la privación hormonal es brusca, como ocurre en la menopausia quirúrgica.

4.4.2 Edad.

Es un factor de riesgo independiente para desarrollar una Osteoporosis, pero está intensamente relacionado con la menopausia en la mujer. En el hombre la edad es un factor de riesgo más específico y de hecho, en edades por encima de los 75 años tiende a igualarse la proporción mujer/hombre con Osteoporosis que pasa a ser de 2:1 cuando, en edades más jóvenes esta proporción es de 8/1²². Con la edad se producen múltiples condicionantes fisiopatológicos: menor actividad osteoblástica ósea, menor absorción intestinal de calcio, defectos nutricionales, carencia de vitamina D, baja exposición solar y sedentarismo entre otros. Además, la edad no sólo influye a través del descenso fisiológico del capital óseo a partir del pico de masa ósea juvenil sino que, es un factor de riesgo independiente de la masa ósea para que se produzcan fracturas.

4.4.3 Genética.

Aunque la Osteoporosis es más frecuente en hijas de madres osteoporóticas, no se ha podido establecer un patrón de transmisión genética específico de la enfermedad. La influencia de la carga genética parece evidente en lo referente al pico de masa ósea alcanzado en las primeras décadas de la vida. Por el contrario, este factor parece menos importante en la pérdida de masa ósea a lo largo de la

vida, donde los factores adquiridos tienen mucha más importancia, y esto es más marcado cuanto más edad tiene el paciente. De ahí, la importancia de controlar los hábitos de vida en la prevención de la enfermedad osteoporótica.

4.4.4 Masa corporal.

Las pacientes con un IMC bajo (<19 Kg/m²) tienen menor DMO lo cual, parece estar en relación, por una parte, con un menor efecto osteoblástico debido a una menor carga mecánica sobre el hueso y por otra, con un menor freno de la actividad osteoclástica derivado de la menor producción de estrona por falta de panículo adiposo.

4.4.5 Estilos de vida.

Es fundamental para conservar la masa ósea. Engloba aspectos que tienen que ver con la dieta, los hábitos tóxicos y la actividad física. Son factores que influyen con poco peso específico cada uno, pero de forma persistente a lo largo de la vida y potenciándose entre sí.

4.4.6 Tabaco.

Diversos estudios epidemiológicos han objetivado una relación entre el consumo de cigarrillos y una menor DMO, una mayor incidencia de fractura vertebral y de cadera, además de ser más recurrentes y precisar más tiempo para su curación. Se habla de un efecto tóxico directo del tabaco, disminuyendo la actividad osteoblástica del hueso.

También sabemos que el tabaco disminuye la absorción intestinal de calcio. Pero el mecanismo etiopatogénico más importante es consecuencia de su efecto antiestrogénico. Sin embargo, también hay estudios que sugieren que la asociación entre el consumo de cigarrillos y los trastornos del metabolismo óseo son falsas, y que las diferencias que se observan son debidas a los distintos factores demográficos y de estilos de vida entre fumadoras y no fumadoras (las mujeres fumadoras son más delgadas, más sedentarias, consumen más alcohol y, tienen la menopausia más precoz que las no fumadoras). Deberían hacerse más estudios para investigar los efectos del tabaco sobre el hueso, controlando todos esos factores de confusión.

4.4.7 Alcohol.

Es el tóxico más perjudicial. El consumo crónico de alcohol tiene efecto directo depresor sobre la actividad del osteoblasto y se asocia con alteraciones del metabolismo mineral óseo del calcio, fósforo y magnesio; altera el metabolismo de la vitamina D; provoca alteraciones endocrinas y nutricionales. Todo lo cual, aboca al paciente a una situación de OP que, junto con una mayor frecuencia de caídas, condiciona un incremento importante en el riesgo de fracturas.³⁷

4.4.8 Exceso en el consumo de flúor.

Se realizaron 29 estudios de los seres humanos en el total. Hubo 12 ensayos clínicos controlados (1.535 personas), uno antes y después de un estudio (21 personas), un estudio caso-control (282 personas), 3 estudios de cohortes (6.119 personas), 5 estudios transversales (5.101 personas), y 7 estudios ecológicos (más de 70 millones de personas).

Dos estudios que informan sobre las tasas de fractura se han encontrado inconsistencias en los resultados: un estudio informó una disminución del riesgo de fractura de cadera a 0,7 ppm de fluoruro, sin efecto sobre las fracturas de cadera ; el otro estudio informó un aumento significativo en la tasa de fracturas asociadas a 4 ppm en comparación con 1 ppm fluoración en las mujeres posmenopáusicas. Los estudios transversales (5 estudios). Los resultados fueron inconsistentes. Tres de los cinco estudios encontraron que la DMO fue mayor entre aquellos que utilizan el agua fluorada. Los estudios fueron ajustados por un número variable de factores de confusión. Los estudios ecológicos (7 estudios). Los resultados fueron contradictorios. Dos de los siete estudios no mostraron ningún efecto significativo en fractura de cadera, los otros estudios no mostraron un aumento de la incidencia de fracturas, y dos estudios mostraron una reducción en la incidencia de fracturas. La mayoría de los estudios trataron de ajustar por edad y sexo, pero no hubo ningún ajuste por otras variables potencialmente influyentes que también pueden influir en la incidencia de fracturas.³⁸

³⁸ Lisa L. Demos. **Water fluoridation, osteoporosis, fractures-recent developments.** Revista Australian dental journal 2001.

4.4.9 Factores de riesgo en el género masculino.

Se ha considerado que en Estados Unidos un hombre de 50 años tiene el riesgo del 6% de sufrir una fractura de la cadera y el 16% al 25%, el riesgo de cualquier fractura osteoporótica en el resto de su vida.

Se estudiaron 401 hombres mayores de 20 años y más, sin diagnóstico previo de osteoporosis. La edad media era de 57,8 años.

El 21,7% de los pacientes estaban expuestos a glucocorticoides. Los glucocorticoides tienen efectos profundos en los factores de crecimiento del esqueleto y sobre la función de la célula ósea, lo cual conduce al desarrollo de osteoporosis; esta es una de las principales causas de osteoporosis secundaria en el varón. El consumo de esteroides (pacientes con lupus, esteroides) o en tratamientos con antiandrógenos (pacientes con cáncer de la próstata), tienen que estar vigilantes y evaluar a dichos pacientes por una posible pérdida de masa ósea y poder establecer un tratamiento preventivo.³⁹

4.4.10 Test para detección de osteoporosis en el varón.

1. ¿Alguno de sus padres fue diagnosticado con osteoporosis o se fracturó la cadera después de un golpe o caída leve?

Sí No

2. ¿Se ha roto algún hueso después de una caída leve?

Sí No

3. ¿Ha tomado corticosteroides (cortisona, prednisona, etc.) durante más de 3 meses?

Sí No

4. ¿Ha perdido más de 3 cm de estatura?

Sí No

5. ¿Excede los límites en el consumo de alcohol?

Sí No

³⁹ Jaller R. JJ. Osteoporosis y factores de riesgo en una población masculina latinoamericana. Revista Colombiana de Reumatología. VOL. 14 No. 2, Junio 2007, pp. 99-105. Colombia 2007.

6. ¿Fuma más de 20 cigarrillos al día?

Sí No

7. ¿Sufre frecuentemente de diarrea?

Sí No

8. ¿Ha sufrido alguna vez de impotencia, falta de libido o algún otro síntoma relacionado con bajos niveles de testosterona?

Sí No⁴⁰

Caracterización de la ganancia y pérdida ósea		
PARÁMETROS	MUJERES	HOMBRES
Pico total de CMO	2.600 g	3.300 g
Total CMO en la edad adulta	2.200 g	3.100 g
Tasa de pérdida ósea	2-4% anual	1% anual
Pérdida ósea total con relación al PMO	25%	10%
Total pérdida de hueso cortical	35%	23+/-0.3%
Total pérdida de hueso trabecular	50%	33+/-0.3%

Características de la disminución de hueso trabecular		
PARÁMETROS	MUJERES	HOMBRES
Trabéculas	Reducción en número	Adelgazamiento
Perforación	Resorción total	Incompleta
Conectividad	Pérdida	Disminución de la densidad Trabecular

Caracterización de la pérdida de hueso cortical		
PARÁMETROS (Por década)	MUJERES %	HOMBRES %
Área medular (resorción endocortical)	↑ 8.0	↑ 7.0
Área subperiosteal (deposición periosteal)	↑ 1.1	↑ 2.5
Decreción total del área cortical	↑ 7.0	↑ 1.6
Curva de rigidez	↓ 3.3	↑ 2.1

Tablas comparativas de datos sobre la Osteoporosis entre hombres y mujeres.⁴⁰

⁴⁰ Edgar Cortés Reyes, Astrid T. Bermúdez C., Sandra J. Ortiz G. . **Osteoporosis**, The American Journal of Medicine. y KANIS. Colombia.1996.

4.5 Clínica de la Osteoporosis.

4.5.1 Manifestaciones a nivel sistémico general de la Osteoporosis.

La Osteoporosis es un trastorno generalizado del esqueleto que por sí mismo no produce síntomas y que, puede ofrecer una exploración física rigurosamente normal. Las manifestaciones clínicas de la Osteoporosis se asocian exclusivamente a la presencia de fracturas osteoporóticas.

Las fracturas osteoporóticas pueden producirse en cualquier localización, y es característico que surjan de forma espontánea o por un traumatismo mínimo. Cualquier fractura por fragilidad puede considerarse osteoporótica. A mayor descenso de la DMO, mayor riesgo de fractura (por cada -1 DE de la T score, se multiplica por 2 el riesgo de fractura, si bien existen otros factores, además de la DMO, que condicionan la aparición de fracturas. De hecho, un porcentaje alto de fracturas se producen en enfermas osteopénicas.

La fractura vertebral y de la extremidad distal de radio (Colles), debidas a una pérdida preferente de hueso trabecular, son localizaciones típicas de la OP tipo I y, su incidencia empieza a ser relevante entre los 55-65 años, es decir, de 20 a 30 años antes de alcanzarse la expectativa media de supervivencia.

La fractura del cuello del fémur es característica de la Osteoporosis tipo II o senil que incide en edades avanzadas, hacia los 70-75 años y se relaciona más con la pérdida de cortical ósea y con factores que facilitan las caídas.

Las fracturas osteoporóticas pueden causar un dolor agudo en forma de impotencia funcional y ser incapacitante o ser asintomáticas. Pueden cursar sin complicaciones y tener una recuperación completa, o bien, condicionar consecuencias a corto y medio plazo: dolor crónico sordo y persistente que se agrava con el movimiento; callos de fractura hipertróficos; deformidades en los huesos largos por mala alineación; deformidades y cambios en la actitud postural que suponen, desde sólo una pequeña disminución de la talla al colapso total de la columna vertebral; repercusiones viscerales (insuficiencia respiratoria restrictiva); incapacidad que variará desde la necesidad de usar un bastón hasta que el paciente guarde cama; necesidad de cuidados a domicilio; dependencia para todas las actividades básicas de la vida diaria; consecuencias psicológicas y finalmente la muerte, relacionada sobre todo con la fractura de cadera.

Se manifiesta de forma brusca con dolor e incapacidad del miembro inferior, generalmente, después de una caída desde la posición de pie. Siempre requiere ingreso hospitalario lo que hace que se encuentre mejor documentada que las otras fracturas osteoporóticas. Tiene unos elevados índices de mortalidad en la

fase aguda, entre 5-8%, habitualmente por complicaciones cardiovasculares y cardiopulmonares. En casi la mitad de los intervenidos hay alguna complicación; las más frecuentes son infecciones del tracto urinario, neumonías, tromboembolismo pulmonar, falta de consolidación de las fracturas, necrosis avascular de la cadera, aflojamiento de la prótesis y úlceras por decúbito.

La mortalidad en el primer año tras la fractura es de un 30%, unas 3 ó 4 veces superior que la que sería de esperar por el sexo y la edad. La tasa de mortalidad permanece alta durante varios años. Además de que la tercera parte de los pacientes fallece, de los supervivientes, más del 50% quedan con una incapacidad permanente y dependencia para las actividades cotidianas. Se han identificado como factores predictores de mortalidad en la fractura de cadera: la edad mayor de 85 años, con morbilidad y riesgo operatorio alto, la demencia y el sexo masculino.

La fractura distal del radio con angulación dorsal (fractura de Colles) ocurre en el 15% de mujeres caucásicas de más de 50 años. Su incidencia aumenta rápidamente a partir de los primeros 5 años tras la menopausia y alcanza su pico máximo entre los 60 y los 70 años. Se produce al caer sobre la mano extendida, con la muñeca en cierto grado de flexión dorsal. Provoca dolor e impotencia funcional, y habitualmente requieren reducción e inmovilización durante 4 ó 6 semanas.

Suele presentar como complicaciones una alta incidencia de deformidad y rigidez residual, síndrome del túnel carpiano y artrosis secundaria. La mortalidad no es mayor en este tipo de fracturas que en la población general, pero sí incrementa el riesgo de fractura de cadera.

La fractura vertebral es la más frecuente de las fracturas osteoporóticas. La mayoría de las publicaciones hablan de que un 32% de las mujeres mayores de 50 años presentarán fracturas vertebrales osteoporóticas a lo largo de su vida. No es fácil estimar su prevalencia correctamente debido a que muchas pasan inadvertidas al ser oligosintomáticas, a que son atribuidas a otros procesos reumáticos y a los diferentes criterios empleados en su definición radiológica.

Las fracturas vertebrales, aunque menos aparatosas clínicamente, no deben infravalorarse, ya que tienen un importante impacto sobre la calidad de vida y ocasionan una morbi-mortalidad nada despreciable. Sufrir una fractura vertebral osteoporótica supone 5 veces más de riesgo de que dicha paciente presente otra nueva fractura vertebral a corto plazo (1 año) y, de 2 a 4 veces más de riesgo de que se produzca una fractura de cadera en el plazo de 4 años.

El tramo vertebral característico que se afecta es entre la D4 y la L3 (con dos puntos de máxima incidencia D9 y D12-L1). Es fundamental la exploración radiológica en proyección lateral de la columna dorsal y lumbar para documentarlas puesto que, sigue siendo la radiología convencional la técnica de elección para su diagnóstico si bien, en ocasiones no es sencillo

La fractura vertebral viene definida como la pérdida de al menos un 20% de la altura vertebral global o, en su porción anterior (lo más frecuente), media o posterior, con respecto a la vértebra adyacente. También se considera valorable si disminuye más de 4 mm la altura vertebral con respecto a los controles previos. La clasificación de Genant establece tres tipos de fracturas sobre la base de la porción afectada y tres grados de severidad en función de la pérdida de altura del cuerpo vertebral, realizando la medición en los cuerpos vertebrales de D4 a L5:

1. Tipos de fractura (anterior, central y posterior).

- Aplastamiento: disminución de la altura del cuerpo vertebral de manera global.
- Biconcavidad: disminución de la altura central.
- Acuñaamiento anterior: disminución de la altura anterior. El acuñaamiento posterior es mucho menos frecuente.

2. Grado de severidad. Grado I: 20%, Grado II: 20-40%, Grado III: >40%.

Además son características radiológicas muy sugestivas de fractura osteoporótica: la localización dorso lumbar, la afectación vertebral múltiple, la conservación de los espacios discales, el hundimiento de las plataformas con cierta disrupción de las mismas, que se centre en el cuerpo y respete los pedículos vertebrales y el arco posterior de tal manera que, son fracturas estables y no producen compresión medular ni síntomas neurológicos, y que no haya desplazamiento anterior/posterior de los fragmentos.

Con frecuencia, están presentes otros signos radiológicos de hipertransparencia ósea muy sugestivos de Osteoporosis como son: reforzamiento de los platillos vertebrales, aparente reforzamiento de las trabéculas verticales como consecuencia de una reabsorción ósea preferencial de las trabéculas horizontales y, en ocasiones, aspecto de vértebra vacía. Todas estas características radiológicas, es importante tenerlas en cuenta cuando hagamos el diagnóstico diferencial con otras causas de deformidad vertebral.

Hasta dos terceras partes de los casos de fractura vertebral son asintomáticas. Cuando es sintomática se manifiesta con un dolor agudo, intenso e incapacitante dorso-lumbar que, a veces, irradia por el flanco hacia la cara anterior del tórax-abdomen. Se presenta después de flexiones súbitas de la espalda, levantamiento de objetos, saltos aparentemente triviales o incluso sin ningún traumatismo ni sobreesfuerzo previo.

El enfermo tiene gran limitación de la movilidad y gran dificultad para mantenerse en pie. Muchos pacientes son incapaces de mantener el equilibrio en la fase aguda y el dolor se incrementa con los cambios posturales o las maniobras de Valsalva. Es excepcional la clínica neurológica secundaria a compresión medular. Es frecuente el dolor con la palpación de las apófisis de las vértebras afectadas. Precisa reposo absoluto en cama unas 2-3 semanas y tratamiento

analgésico potente. El dolor remite total o parcialmente de manera paulatina y la mayoría de los pacientes son capaces de deambular sin problemas y de asumir nuevamente las actividades cotidianas al cabo de 6 semanas.

En ocasiones el enfermo no presenta manifestaciones en forma de episodios agudos de dolor e impotencia funcional sino que aqueja dolor sordo, persistente, que se agrava con maniobras de tipo mecánico al levantarse o moverse bruscamente.

Son frecuentes los episodios recidivantes de acúñamiento vertebral sobre todo en la región central de la columna dorsal, que justifican las consecuencias más llamativas de las fracturas vertebrales. Contribuyen a la disminución de la talla, a alterar la estática de la columna vertebral y a conformar una actitud postural característica: cifosis dorsal marcada e hiperextensión cervical dolorosa, rectificación de la lordosis lumbar, disminución del espacio costo-iliaco y protrusión abdominal. Todo esto conlleva una disminución de la capacidad de la caja torácica y secundariamente una alteración funcional respiratoria restrictiva.

En ocasiones, persiste un dolor ligero que quizá no sea de origen óseo sino que esté relacionado con la sobrecarga o distensión a que están sometidos los ligamentos, discos o articulaciones interapofisarias, consecutivas a la alteración estática o funcional que sufre una columna en que se han producido una o varias fracturas.³⁷

4.5.2 Manifestaciones a nivel oral de la Osteoporosis.

La Osteoporosis es una alteración que ha sido demostrado en diversos sitios del esqueleto: radio, cúbito, húmero, fémur, columna vertebral y mandíbula. Algunos huesos con gran proporción de tejido trabecular son afectados en mayor cantidad en forma precoz respecto a otros, pero en general la tendencia hacia la pérdida ósea en pacientes con Osteoporosis persiste alrededor del esqueleto.

Se ha sugerido la existencia de una relación entre la pérdida ósea mandibular y la osteopenia del resto del esqueleto.

Diversas investigaciones han reportado que la pérdida de sustancia ósea en los maxilares es el reflejo de que lo mismo está sucediendo en otros huesos del cuerpo. Esto limita la posibilidad de una efectiva rehabilitación de la función bucal. Así mismo el reborde alveolar constituye un sensible indicador del metabolismo óseo, advirtiendo la existencia de enfermedades óseas sistémicas en humanos

Las alteraciones por osteoporosis que encontramos en boca son:

1. Reducción del reborde alveolar: existen diversos factores etiológicos de tipo sistémico o general involucrados en la pérdida ósea alveolar, entre los cuales se encuentran la nutrición, el desbalance hormonal y la Osteoporosis postmenopáusica.

Diversos investigadores han encontrado una relación significativa entre una ingesta deficiente de calcio, baja relación calcio-fósforo de la dieta y deficiencia de vitamina D con una severa resorción ósea alveolar.

Por otra parte se ha demostrado que el desbalance hormonal que afecta a mujeres postmenopáusicas intensifica la resorción del reborde alveolar.

Gran número de investigaciones hablan a favor de una correlación positiva entre la reabsorción del reborde alveolar y la osteopenia esquelética, sin embargo otros estudios muestran la existencia de variaciones individuales capaces de producir reabsorciones alveolares por mecanismos aún desconocidos.

2. Disminución de la masa ósea y densidad ósea maxilar: estudios realizados demuestran que, tanto la masa ósea como la densidad ósea maxilar es significativamente mayor en una población sana que en una osteoporótica. Igualmente se ha reportado la existencia de una correlación positiva entre la densidad mineral de mandíbulas edéntulas y la densidad ósea de huesos como el radio y el húmero.
3. Edentulismo: Se ha determinado que los individuos con Osteoporosis tienen una mayor pérdida de dientes que aquellos sanos. Estudios comparativos de masa ósea realizados por Kribbs (1990) demuestran que el 20% de los individuos con Osteoporosis presentan edentulismo comparado con un 7% del grupo normal. Otros estudios corroboran lo anterior, estableciendo que la pérdida dentaria en un grupo osteoporótico es 2,4 veces mayor que en un grupo sano.

Sin embargo, la pérdida de dientes a causa de Osteoporosis sistémica es difícil de demostrar, ya que dicha pérdida puede deberse a gran cantidad de factores tales como problemas endodónticos, trauma, fracturas y problemas protésicos.

4. Disminución del Espesor Cortical Óseo: Bras y col. (1982) señalan que existe un aumento en la porosidad cortical de la mandíbula a medida que avanza la edad. Las mujeres postmenopáusicas muestran un adelgazamiento de la cortical del ángulo mandibular a nivel del gonion. Esto constituye una medida de masa ósea sugerente de que está ocurriendo una pérdida ósea esquelética generalizada.

Se ha tratado de relacionar las fracturas maxilares con el incremento en la porosidad cortical de los maxilares de individuos con Osteoporosis.

5. Alteraciones Periodontales: algunos estudios realizados no hallaron diferencias entre el grupo normal y el osteoporótico, en cuanto a mediciones periodontales.⁴¹

La asociación entre la pérdida dental y la densidad ósea en mujeres posmenopáusicas señala que las fracturas vertebrales en mujeres mayores se asocia con menos dientes remanentes y periodontitis, se estima que de 6 a 9 órganos dentales se pierden por esta enfermedad. lo que sugiere que la periodontitis puede ser agravada en los pacientes con osteoporosis (Taguchiet al, 1995; Eirkenfeidetal, 1999).

Otro estudio realizado a 488 mujeres usuarias de estrógenos tenían más dientes restantes que los no usuarios después de controlar por edad, tabaquismo y la educación (Krall et al, 1997).

Se necesitan más estudios prospectivos para relacionar efectos de la osteoporosis y la enfermedad periodontal, debido a los diversos factores que influyen en ella.

Sin embargo los pacientes con Osteoporosis con tratamiento tienen evidentes efectos positivos en su salud periodontal.⁴²

Estos resultados sugieren que la Osteoporosis afecta al hueso maxilar y que las alteraciones periodontales aparecen como procesos locales que no están influenciados por enfermedades óseas esqueléticas.

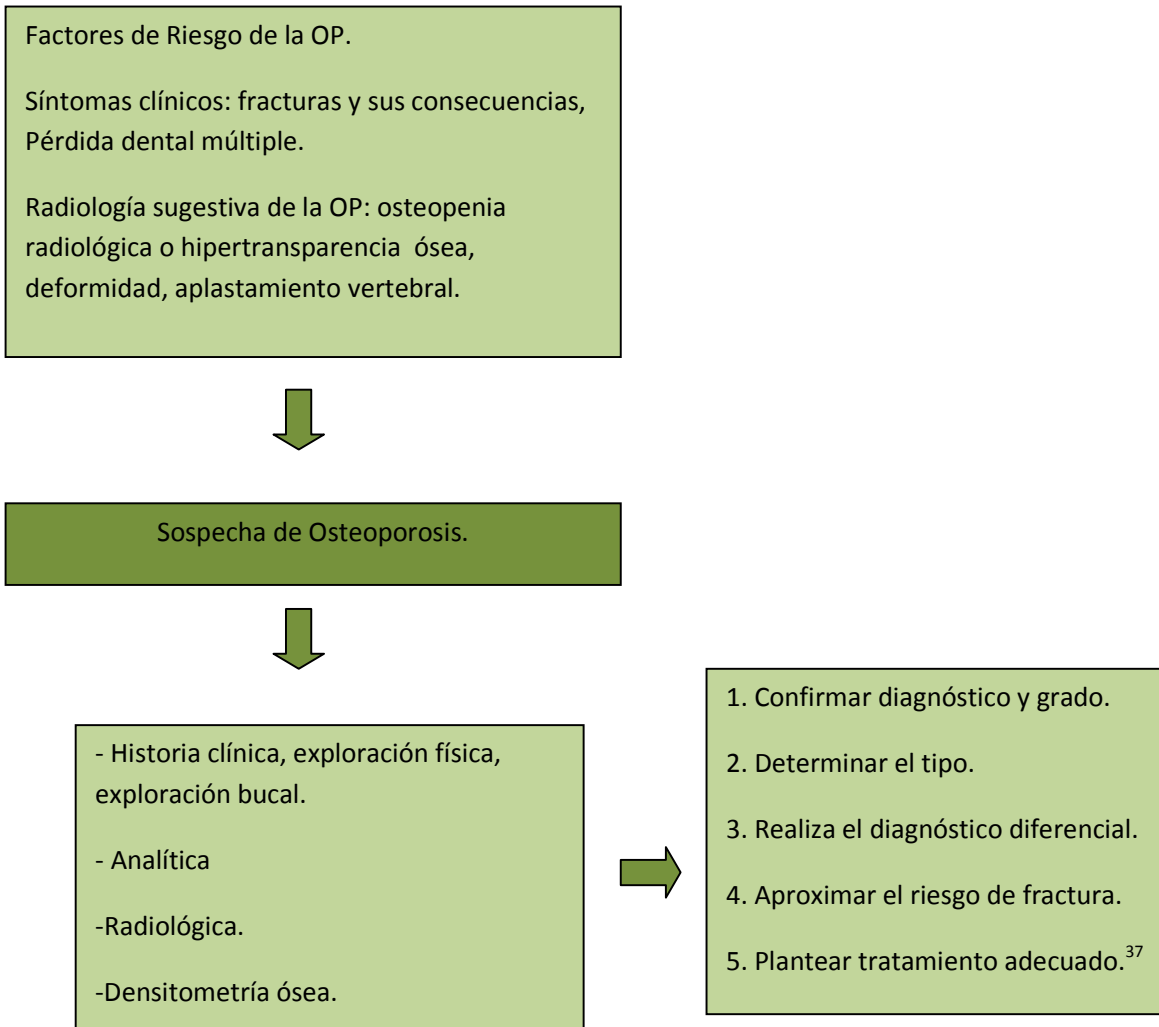
Sin embargo se ha observado que aquellos individuos con valores minerales esqueléticos altos, conservan mayormente sus dientes y tienen una menor tendencia a desarrollar bolsas periodontales en comparación con individuos osteoporóticos. Entonces los factores locales pueden ejercer un efecto mayor sobre la enfermedad periodontal que los factores sistémicos.³⁵

⁴¹ *Elisabetta Guercio Mónaco. La Osteoporosis y sus efectos sobre la cavidad oral.* Acta odontológica venezolana. Vol. 37 No.2.1999.

⁴² *Paulo Sergio Gomes Enriques y Arao Méndez Pinto Nieto, Asociación entre la pérdida dental y la densidad ósea en mujeres posmenopáusicas en Brasil.* Journal of clinical medicine resech. 19 mayo 2011-09-24.

4.6 Sospecha y orientación diagnóstica de la Osteoporosis.

Detección oportuna en base a:



4.6.1 Etapa I. Sospecha de Osteoporosis

En la práctica clínica diaria disponemos de una serie de puntos guía que, cuando están presentes, sirven de puntos de partida y anclaje de nuestra sospecha de que el paciente que tenemos delante padece una osteoporosis o tiene riesgo alto de padecerla. Se divide en tres bloques:

- Existencia de factores de riesgo clínicos de Osteoporosis. Dado que estos factores de riesgo tienen baja sensibilidad y baja especificidad, no son por sí solos un criterio diagnóstico de Osteoporosis, pero su asociación con esta enfermedad hace que sea inexcusable su valoración. En la anamnesis, hemos de indagar de forma prioritaria aquellos factores con mayor peso relativo de riesgo de OP.
- Presencia de manifestaciones clínicas producidas por las fracturas osteoporóticas y sus consecuencias.
- Hallazgos radiológicos sugestivos de Osteoporosis: la radiología, también es muy poco sensible y muy poco específica para diagnosticar una Osteoporosis. Es necesario que exista al menos un 30% de pérdida de la DMO para que pueda ser apreciable con la exploración radiológica. Y a la inversa, no siempre que la imagen radiográfica aparenta baja DMO se confirma en la densitometría puesto que, es muy frecuente, que se afecté por la superposición de partes blandas, por la obesidad, por la penetración del rayo, por la calidad de la placa, por la técnica del revelado.

Sin embargo, con frecuencia, encontramos múltiples signos radiológicos sugestivos de Osteoporosis que son un complemento importante a la hora de sospechar el diagnóstico de Osteoporosis, sobre todo ante la presencia de fracturas vertebrales.

Ante cualquiera de estas circunstancias tenemos que pensar en el diagnóstico de OP. Se trata de abordar el manejo de la Osteoporosis desde una estrategia de cribado mediante la detección oportunista (*case-finding*) de individuos con mayor riesgo de padecer una Osteoporosis, aprovechando las visitas a la consulta por otros motivos de salud

. A partir de aquí, hemos de completar el estudio realizando una anamnesis y exploración física completas, analítica, radiología y densitometría ósea. Con todo ello estaremos en condiciones de confirmar el diagnóstico, grado y tipo de Osteoporosis; realizar el diagnóstico diferencial con otras patologías; aproximar el riesgo de fractura y plantear el tratamiento adecuado.³⁷

Anamnesis.

- Historia familiar de la osteoporosis/fractura de cadera; neoplasia de mama.
- Historia ginecológica: Edad menárquica, edad menopáusica, amenorrea >1año, causa hormonal, uso de terapia hormonal sustitutiva.
- Antecedente personal de fractura por fragilidad. (>45 años) c/s , cadera y vértebra.
- Historia de dolor agudo de espalda inmovilizante, pérdida de altura.
- Causa de pérdida dental.
- Estilo de vida: tabaco, alcohol, ejercicio físico, trabajo, alimentación, caídas.
- Enfermedades osteopenizantes.
- Tratamiento crónico con glucocorticoides, litio, antiepilépticos, heparina.
- Condicionantes del tratamiento: riesgo de neoplasia de mama, riesgo de tromboembolia, síntomas climatéricos, problemas digestivos (hernia del hiato, esofagitis), hepatopatía, nefropatía crónica, hipercalcemia, litiasis renal, hipercalciuria, alergias ,tratamientos previos y actuales.³⁷

La anamnesis aporta una información de extraordinario valor para sospechar el diagnóstico y además, con gran trascendencia en el tratamiento. En primer lugar deben recogerse los factores de riesgo que pueden afectar a la masa ósea, para procurar modificar los modificables y, ponderar la presencia de los no modificables a la hora de establecer la estrategia terapéutica.

La historia clínica, además, aporta información trascendental para pensar en una Osteoporosis secundaria, y para realizar un diagnóstico diferencial adecuado con otras patologías. Debemos indagar para poder identificar una serie de condicionantes clínicos que, pueden tener importancia a la hora de establecer la indicación terapéutica, bien porque son susceptibles de ser mejorados, bien porque pueden ser condicionantes de intolerancia o por la aparición de efectos secundarios adversos con algunos de los tratamientos farmacológicos posibles. Entre otros están: insuficiencia venosa crónica, enfermedad tromboembólica, clínica de menopausia, mastopatía, riesgo de neoplasia de mama y/o útero, problemas digestivos (hernia de hiato, ERGE, esofagitis, etc.), hepatopatía, nefropatía crónica, hipercalcemia, litiasis renal, hipercalciuria y tratamientos previos o actuales.

Calcular de forma aproximada la ingesta de calcio dietético habitual de cada paciente permite evaluar si ésta debe ser aumentada o si el paciente va a necesitar un suplemento de calcio medicamentoso.

Debemos completar la anamnesis identificando los factores de riesgo de fractura que actúan independientemente de la masa ósea y que por ello, precisan medidas terapéuticas adicionales al tratamiento de la OP. El haber padecido una fractura osteoporótica previa, es uno de los hechos que más incrementa el riesgo de fractura y podemos identificarlo fácilmente clínica o radiológicamente.

Exploración Física

- Talla, peso, cifosis dorsal, disminución de la talla, estática vertebral.
- Equilibrio, reflejos posturales, balance muscular, agilidad (levantarse de la silla, darse media vuelta).
- Signos físicos sugestivos de otras patologías asociadas (estrías rojo-vinosas, color piel, bocio.etc.).
- Otros (Tensión arterial, cardiovascular, visión, audición,).³⁷

Trataremos de obtener datos clínicos secundarios a fracturas osteoporóticas previas. La exploración física de una paciente con sospecha de Osteoporosis debe ser la habitual, insistiendo en la del aparato locomotor y poniendo especial atención en la columna vertebral, realizando:

- Inspección para determinar alteraciones en la estática de la columna vertebral: hiper cifosis dorsal, rectificación de la lordosis lumbar, escoliosis, disminución de la talla.
- Palpación para detectar puntos dolorosos a la presión que delimiten el nivel vertebral fracturado (centrar la radiografía en esa zona).
- Movilidad que suele estar limitada y ser dolorosa.

A otros niveles podemos observar deformidades del carpo, callos de fractura hipertróficos y mala alineación de huesos largos. Aunque, no es infrecuente que la exploración física sea completamente normal. Siempre hemos de buscar signos de otras enfermedades que ocasionan Osteoporosis secundarias (hipertiroidismo, hábito cushingoide, estigmas de hepatopatía, de etilismo, etc.) y signos de enfermedades del aparato locomotor que justifiquen el dolor crónico (escoliosis, artrosis, fibromialgia, etc.).

La valoración del equilibrio, agilidad y balance muscular permite por una parte evaluar el riesgo de caída (y por tanto el riesgo de fractura) y por otra, establecer un programa de fisioterapia que permita una mejoría sintomática del paciente.³⁵

Exploración Bucal.

- Reducción del reborde alveolar.
- Disminución de la masa ósea.
- Edentulismo.
- Disminución del espesor cortical.
- Alteraciones Periodontales.⁴⁰

Se ha sugerido la existencia de una relación entre la pérdida ósea mandibular y la osteopenia del resto del esqueleto.

Diversas investigaciones han reportado que la pérdida de sustancia ósea en los maxilares es el reflejo de que lo mismo está sucediendo en otros huesos del cuerpo. Esto limita la posibilidad de una efectiva rehabilitación de la función bucal. Así mismo el reborde alveolar constituye un sensible indicador del metabolismo óseo, advirtiendo la existencia de enfermedades óseas sistémicas en humanos.⁴⁰

Análisis clínicos.

- En sangre: hemograma, creatinina, transaminasas, glucemia, calcio, fósforo, fosfatasa alcalina, albúmina (ancianos), proteinograma, TS, (25(OH)D3,PTH si se sospecha alteración).
- En orina: calciuria de 24 hrs, o calcio/creatinina en orina matutina.
- Otras determinaciones especiales.³⁷

La analítica general de sangre y orina nos proporcionará información sobre el estado de salud general y sobre la existencia de procesos causantes de Osteoporosis secundaria (hipercalcemia/hiperparatiroidismo, gammapatías monoclonales/mieloma, hipertiroidismo, etc.). Así mismo, es importante para

realizar el diagnóstico diferencial con otras patologías que simulan OP o que justifican el dolor del paciente.

La determinación de fosfatasa alcalina total, que en ausencia de hepatopatías o enfermedad intestinal se correlaciona muy bien con la fosfatasa alcalina ósea específica y la fosfatasa ácida tartrato resistente, nos sirven de orientación respecto a la actividad metabólica ósea. Cuando sus valores están en límites altos sugieren una alta remodelación ósea. Si bien, su utilidad diagnóstica es limitada, estos parámetros ofrecen una excelente referencia en el control de la evolución de la enfermedad, sobre todo, si se instaura un tratamiento antirreabsortivo.

La calciuria de 24 horas junto con la encuesta dietética nos ofrecerá una información importante respecto al balance del calcio. Una calciuria baja con dieta rica en calcio orienta hacia mal absorción o déficit de vitamina D. Una hipercalciuria puede ser absorptiva, resortiva o de origen renal.

Los estudios hormonales más complejos deben limitarse a casos seleccionados, si bien hay que tener presente que la prevalencia del déficit de vitamina D en nuestro país, sorprendentemente, es mayor de lo que se suponía. Así mismo, los valores de referencia se están revisando al alza en personas de edad avanzada, en las que son necesarios niveles de 25 OH vitamina D superiores a 30-40 ng/ml para prevenir el desarrollo de hiperparatiroidismo secundario.

El estudio del eje hormonal es importante en mujeres histerectomizadas en las que exista duda sobre su estado estrogénico y, es obligado en los hombres con sospecha de OP idiopática porque hasta un 25% de las OP del varón se deben a un hipogonadismo.³⁷

Radiología.

-Osteopenia radiológica-hipertransparencia ósea.

-Deformidad -aplastamiento vertebral.³⁷

El estudio radiológico de la columna vertebral dorsal (centrado en D7), lumbar (centrado en L2) en bipedestación (de frente y de perfil), y en odontología la ortopantomografía se trata de valorar el estado del raquis y de documentar la presencia de fractura osteoporótica, que con frecuencia son asintomáticas, y suponen un importante marcador de riesgo de nuevas fracturas. En ocasiones, no existen fracturas, pero sí signos radiológicos de hipertransparencia ósea coherentes con OP. Además, contribuye a evidenciar otras causas de dolor de

espalda (artrosis, escoliosis, espondilitis, etc.). También detecta focos de calcio extravertebral que pueden alterar la medición densitométrica.

4.6.2 Densitometría ósea.

Bajo el término de Densitometría ósea se engloban aquellas pruebas diagnósticas no invasivas que miden la masa ósea en diferentes partes del esqueleto por medio de técnicas que pueden utilizar o no la radiación ionizante

Entre las técnicas ionizantes se encuentran las que utilizan los rayos gamma, como la densitometría fotónica simple, la Densitometría fotónica dual, el análisis de activación de neutrones y el recuento de radiaciones estas dos últimas todavía en fase experimental. En cambio, los rayos X son las radiaciones ionizantes que utilizan la radiogrametría y la fotodensitometría que actualmente se encuentran obsoletas, la Densitometría radiológica simple la densitometría radiológica dual (DXA) y la tomografía computarizada cuantitativa (QCT).

Por otro lado, los ultrasonidos y la resonancia magnética (RM), incluyendo la tomografía por radiometría y la radiometría cuantitativa son técnicas que no utilizan radiaciones ionizantes para medir la masa ósea. Éstas se encuentran en fase experimental o de introducción clínica.

Finalmente, también se dispone de una prueba invasiva, la biopsia ósea, utilizada como prueba de referencia (*gold standard*).

El test trabaja midiendo un hueso específico, o más, usualmente de la columna vertebral, cadera, antebrazo. La densidad de esos huesos es comparada con un valor promedio basado en edad, sexo, tamaño. La comparación de resultados se usa para determinar el riesgo de fracturas y el estado de osteoporosis en un individuo.

Se hace con el isótopo radiactivo Gadolinio 153, en forma de pastilla sólida dentro de un tubo. Éste va montado sobre un brazo que recorre la superficie del cuerpo del paciente. La radiación le atraviesa y es recogida por un detector específico de radiación situado en la base del aparato. Es por tanto una técnica no invasiva.

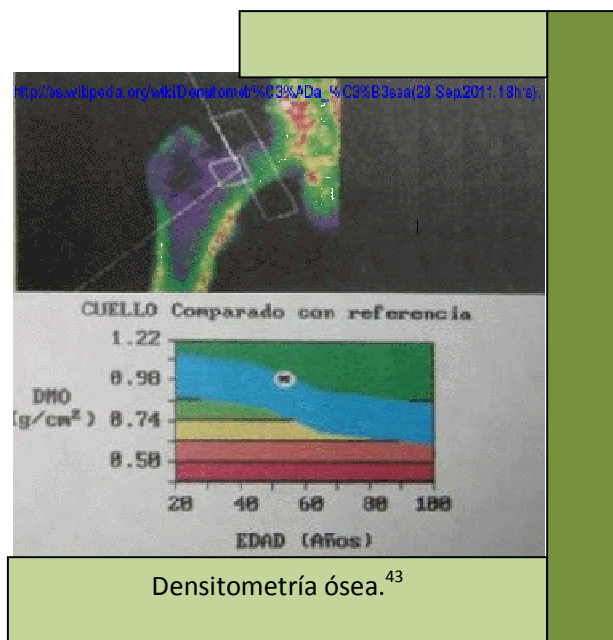
El gadolinio tiene una particularidad, que es que tiene doble emisión, de 100 y de 44 Kw, ésta última más absorbida por las partes blandas y la otra por las partes óseas, por lo que el ordenador discrimina las partes blandas. Esta característica permite realizar la prueba sin tener que desnudar al paciente.

El aparato mide las imágenes y da una cifra de la cantidad mineral ósea por superficie. Las cifras normales de densidad mineral ósea (DMO) oscilan entre 0,97 y 1,28 mg/cm². Si es menor de 0,97 hay una DMO escasa y el 0,97 es el llamado umbral de fractura (susceptible de sufrir una fractura patológica y de tratarlos con un tratamiento de calcificación).

El estudio de las densitometrías a lo largo de un periodo de tiempo determinado permite estudiar la evolución de la pérdida de calcio, elaborar un pronóstico y por lo tanto hallar el umbral de fractura, permitiendo los tratamientos preventivos correspondientes.

Densidad promedio mineral del hueso DPH = CMH / A [g/cm²]

- CMH = contenido mineral del hueso = g/cm
- A = ancho de la línea escaneada



Interpretación.

Los resultados generalmente se expresan en dos medidas, el T-score y el Z-score. Los scores indican la cantidad de densidad mineral del hueso variando del promedio. Resultados negativos indican menor densidad ósea, y positivos mayor.

Categoría OMS (WHO)	Edad 50-64	Edad > 64	Total
Normal	5,3	9,4	6,6
Osteopenia	11,4	19,6	15,7
Osteoporosis	22,4	46,6	40,6

Fracturas de cadera por 1000 pacientes/año.⁴²

T-score

El T-score es una comparación de la DPH del paciente con el de una persona sana de 30 años del mismo sexo y etnia. Ese valor es usado en hombres y mujeres postmenopáusicas de más de 50 años, ya que hace mejor predicción del riesgo de futuras fracturas.

Los criterios de la Organización Mundial de la Salud son:

- Normal es un T-score de -1,0 o mayor
- Osteopenia se define a tan bajo como -1,0 y mayor que -2,5
- Osteoporosis se define como -2,5 o menor, significando una densidad ósea que es dos y medio las desviaciones estándar por debajo de la media de una mujer de 30 años.

Z-score

El Z-score es el número de desviaciones estándar de un paciente con DPH diferente del promedio de DPH por su edad, sexo, etnia. Este valor es usado en mujeres premenopáusicas, hombres debajo de los 50, y en niños. También sirve para establecer si el paciente tiene un DPH tan baja con respecto a su grupo etario que haga presumir alguna causa secundaria.⁴³

4.7 Tratamiento de la Osteoporosis.

4.7.1 Preventivo.

La osteoporosis se podría tomar como un modelo para aplicar promoción y prevención en salud.

La educación para la salud debe realizarse en todas las franjas etarias.

Al hablar de prevención el primer concepto que debe quedar claro es que:

- 1) Es la base del tratamiento.
- 2) Puede ser:
 - a) primaria: cuando la enfermedad no se manifestó
 - b) secundaria : cuando la enfermedad ya se manifestó o se detectó a través de la densitometría
 - c) terciaria: cuando rehabilitamos al paciente de sus fracturas.

Debe realizarse en todas las etapas de la vida, con mayor énfasis en la niñez y adolescencia.

⁴³ M. Dolors Estrada, Mireia Espallargues, Laura Sampietro-Colo1, Luís del Río, Montse Solà, Alicia Granado. **La Densitometría ósea.** Agencia de Avaluación de Tecnologia Mèdica, Barcelona.España.1999.

El objetivo de la misma es optimizar el pico de masa ósea en la niñez y adolescencia, preservar este capital en el adulto, y en el adulto mayor prevenir las caídas para evitar fracturas.

Para esto es fundamental mantener un estilo de vida saludable, lo que no solo servirá para prevenir osteoporosis, si no para mejorar la salud general y obtener una mejor calidad de vida.

Los pilares de la prevención de la osteoporosis consisten en: evitar el sedentarismo; realizar una alimentación adecuada y eliminar los hábitos considerados tóxicos.

4.7.2 Recomendaciones:

1) Ejercicio: debemos insistir en este sentido, del importante rol que tiene el médico en la educación del paciente, sobre los beneficios del ejercicio como parte de un estilo de vida sana realizado en forma regular y controlado por profesionales.

Para indicar o aconsejar un ejercicio es necesario realizar un programa de entrenamiento, que debe reunir determinados requerimientos, que consideramos importantes:

- a) Previamente realizar un examen de aptitud física.
- b) Debe ser individualizado de acuerdo con la edad, condición esquelética, nivel de acondicionamiento físico, etc.
- c) Educar al paciente sobre los beneficios y motivarlo
- d) Comenzar con un período de adaptación (lento, progresivo, repetido)
- e) Seguir con un período de entrenamiento
- f) Realizar controles periódicos.
- g) Utilizar ropa y calzado adecuados.

h) Realizarlo en terreno apropiado, evitando piso muy duro, para minimizar el riesgo de lesiones.

El ejercicio físico es beneficioso a cualquier edad.

Se recomienda realizar ejercicio donde se soporten cargas: caminar a paso rápido, gimnasia, danza, aparatos, pilates con aparatos.

Las actividades que se propongan deberán estar adaptadas a las aptitudes físicas y a las preferencias de los pacientes, con el fin de obtener un esfuerzo regular y duradero.

Niño y Adolescente:

Se aconseja guiar su elección hacia actividades con carga, con un impacto importante, como el atletismo, la danza, juegos colectivos de pelota (football, básquet, tenis, etc.).

Mujer en el período de actividad reproductiva:

Aquí el objetivo es mantener el capital óseo y preparar a las mujeres para la menopausia.

Hay que recomendar en primer término las actividades con carga (tenis, correr, danza, aeróbic, step, aparatos, etc.).

Si esto no es posible, se aconseja desplazarse a pie con paso rápido en lugar de utilizar el coche, subir escaleras en vez de tomar ascensores y realizar gimnasia personal.

Mujer postmenopáusica:

Las actividades con carga están ampliamente indicadas, para prevenir la pérdida ósea debido a la edad. Caminar y correr de acuerdo con su estado de salud. Se debe caminar lo más velozmente posible, para aumentar el impacto y así preservar la masa ósea. Hay que aconsejar una selección de las actividades

deportivas. Las mujeres que presentan fragilidad ósea, tienden a reducir espontáneamente su actividad física por lo que se debe estimularlas a ser activas.

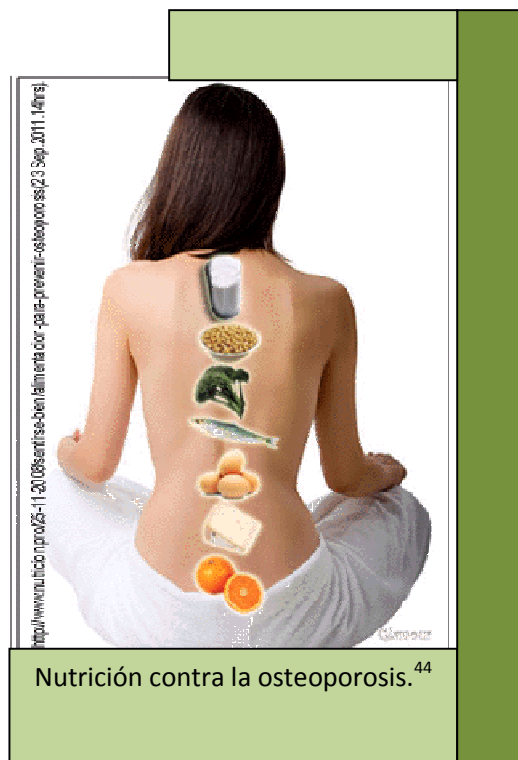
Personas de Edad Avanzada:

En esta etapa el objetivo es prevenir la aparición o la repetición de las caídas corrigiendo los factores de riesgo de caídas ya mencionados, adaptando los hábitos de vida y el entorno y mejorando su forma física.

Se recomiendan ejercicios para mejorar la postura y el equilibrio y aumentar el tono muscular.

Los protectores de cadera están indicados, sobre todo en aquellas personas que tengan riesgo de caídas.³⁷

2) Aspectos Nutricionales: Por otro lado hay que tener presente que la vitamina D, lactosa y ácido ascórbico (*vitamina C*) ingeridas conjuntamente con los alimentos ricos en calcio favorecen la asimilación del mismo por parte del organismo y que brinde las calorías y proteínas suficientes, acorde a los requerimientos nutricionales de la persona.⁴⁴



⁴⁴ [http://www.nutricion.pro/25-11-2008/sentirse-bien/alimentacion-para-prevenir-osteoporosis\(23 Sep.2011.14hrs\)](http://www.nutricion.pro/25-11-2008/sentirse-bien/alimentacion-para-prevenir-osteoporosis(23 Sep.2011.14hrs)).

GRUPOS	(mg / día)
Lactantes ---- 0 – 5 meses	300
----- 5 – 12 meses	400
Niños ----- 1 – 3 años	500
----- 4 – 6 años	600
----- 7 – 10 años	700
Adolescentes Hombres y Mujeres ----- 11 – 17 años	1.300
Adultos Hombres y Mujeres ----- 18 – 59.9 años	1.000 1.000
60 años Hombres >=	1.300
60 años Mujeres >=	
Embarazo	1.200
Lactancia	1.000

Recomendaciones nutricionales del calcio.³⁷

Estas recomendaciones solamente se cubren si se consume diariamente productos lácteos.

El aporte de calcio proveniente de los lácteos deberá ser del 60 – 70 % de las recomendaciones nutricionales por su alta biodisponibilidad.

Alimento	Contenido Calcio (mg/ 100 gr)
Leche (entera o descremada)	110
Leche extra Calcio	150
Leche en polvo	1100
Queso Colonia	924
Queso Danbo	819
Queso Magro	980
Queso Cuartirolo	780
Queso Mozzarella	579

Contenido de calcio en algunos alimentos.³⁷

Vegetales: Espinaca, brócoli, coliflor, nabo.
Pescados: sardina, salmón, caballa.
Leguminosas: lentejas, soja.
Alimentos fortificados

Otros alimentos que también contienen calcio.³⁷

- El calcio debe ser considerado un nutriente y no un medicamento.
- Si bien es conveniente obtener el calcio a través de la dieta, cuando esto no es posible se puede complementar con preparados farmacéuticos.
- Existen disponibles varias sales de calcio, con diferentes presentaciones. El Citrato de Calcio tiene mejor absorción, mejor tolerancia y no es litogénico
- Algunos preparados contienen en su fórmula dosis adecuadas de vitamina D.³⁷

Estudios realizados por GEOSUR han demostrado que las mujeres que tienen mejor masa ósea ingieren: lácteos, abundantes verduras: sobre todo tomate, cebolla y zanahoria, carnes con bajo contenido graso especialmente: pollo sin piel y pescado. (Estos son estudios preliminares y deberán ser confirmados por otras investigaciones).

En México, a las personas mayores de 20 años les hace falta consumir aproximadamente 22% de calcio para cubrir el 100% de la ingestión diaria recomendada.

Por esa razón se desarrolló una botana con calcio. Es importante destacar que una porción de 50 g de botana procesada aporta entre 30 y 36% de la ingestión de calcio diaria recomendada; es decir, entre 370 y 435 mg de calcio al día. La adición de nopal en la fórmula incrementó de manera significativa ($p < 0.05$) el contenido de fósforo en el producto terminado.

El fósforo presente en el nopal se encuentra principalmente en forma de fitatos. Estos compuestos tienen la propiedad de secuestrar el calcio de los alimentos impidiendo su absorción para la formación de masa ósea. No obstante el incremento en el contenido de fósforo de las botanas, la proporción calcio-fósforo aumentó significativamente ($p < 0.05$) en comparación con las botanas sin nopal. A este respecto, se ha señalado que la relación calcio-fósforo en la dieta no debe ser menor a 1 para no interferir con la absorción del calcio en el organismo las botanas se elaboraron con harina de trigo (40% w/w), harina de maíz nixtamalizado (40% w/w), agua (28 y 32%) y polvo de nopal deshidratado como fuente de calcio (5 y 10% w/w).

La preparación se mezcló en un extrusor en frío durante cinco y siete minutos. Posteriormente, el extrudido se horneó a 80°C por 48 minutos. el consumo de botanas de tercera generación (extrudidas y horneadas) puede ayudar a mejorar el estado nutricional de la población en cuanto a los requerimientos de calcio se refiere.⁴⁵

Tres meta-análisis evaluó los efectos de las isoflavonas de soja en la columna lumbar, cadera total, cuello femoral y trocánter DMO. Las isoflavonas de soja mejoraron significativamente la DMO de columna lumbar en forma moderada, pero no afectó la cadera total, cuello femoral y trocánter DMO en mujeres menopáusicas. La ingestión de isoflavonas de soja por seis meses parecía ser suficiente como para ejercer un efecto beneficioso sobre la DMO de columna lumbar.

Dos meta-análisis evaluó los efectos de las isoflavonas de soja en un marcador de resorción ósea (deoxipiridinolina orina) y dos marcadores de formación (fosfatasa alcalina sérica y osteocalcina). Las isoflavonas de soja disminuyeron significativamente en la orina la deoxipiridinolina de una manera moderada, pero no afectó la fosfatasa alcalina y la osteocalcina en las mujeres menopáusicas.

Las isoflavonas de soja pueden prevenir la osteoporosis postmenopáusica y mejorar la fortaleza ósea disminuyendo así el riesgo de fractura en mujeres con menopausia al aumentar la DMO de columna lumbar y la disminución de la resorción ósea orina deoxipiridinolina marcador.

Se necesitan más estudios para abordar los factores que afectan a la magnitud de los efectos beneficiosos de las isoflavonas de soja y para evaluar las posibles interacciones entre las isoflavonas de soja y las drogas anti-osteoporosis, y para comprobar los efectos sobre la DMO de otros sitios del esqueleto y otros marcadores de recambio óseo.⁴⁶

⁴⁵ *Isela Rojas Molina, Elsa Gutiérrez Cortez, Alejandra Rojas, César Ibarra, Adriana Rojas, Ángeles Aguilera, Ángeles Cornejo. Desarrollo de una botana fortificada de tercera generación como alternativa para incrementar la ingestión de calcio en la población mexicana.* Revista Metabolismo Óseo y Mineral. México 2011.

⁴⁶ *Kyoko Taku, Melissa K. Melby, Nobuo Nishi, Toyonori Omori, Mindy S. Kurzer. Soy isoflavones for osteoporosis: An evidence-based approach.* Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota. USA. 2011.

3) Exponerse de manera moderada y cuidada, esto es, con protección adecuada y nunca en horarios pico, pero sí lo más seguido posible – de 3 a 4 veces por semana-, por un lapso de 15 a 20 minutos cada vez, para facilitarle al organismo la síntesis de la vitamina D.⁴⁷



4.7.3 Farmacológico.

Una vez realizado un diagnóstico correcto e identificados los pacientes con factores de riesgo alto para fractura debemos pensar en un tratamiento que será individualizado a cada paciente, bien controlado, que debe tener en cuenta la adherencia del paciente al mismo, los efectos secundarios, y debe ser continuado y prolongado.

Siempre se hará asociado a la corrección de los factores de riesgo.

Fármacos disponibles para el tratamiento de la Osteoporosis:

⁴⁷ <http://sentirmebien.com/salud/osteoporosis-consejos-para-reducir-el-riesgo-de-padecerla/> (23 Sep 2011 .15hrs).

1. Calcio y Vitamina D.

2. Antirresortivos:

A-Estrógenos

Tibolona

B-Bifosfonatos:

 Alendronato

 Risedronato

 Ibandronato.

C-Moduladores selectivos de los receptores de estrógenos (SERM)

 Raloxifeno

D-Calcitonina.

3. Osteoformadores:

PTH (Recombinante)

4. De Acción mixta:

Ranelato de Estroncio

1. Calcio y Vitamina D

Calcio

Es esencial para el desarrollo y mantenimiento del hueso.

Es fundamental un buen aporte de calcio en la dieta; de no ser así se indican suplementos de calcio entre 500 y 1500 mg diarios; tomados lejos de las comidas sobre todo si estas incluyen alimentos ricos en fibras, fitatos, y oxalatos. Se prefieren los citratos por tener menor precipitación fuera del sistema óseo.

En la OP disminuye la resorción. Su eficacia aisladamente no está comprobada para la disminución del riesgo de fractura vertebral; sí para la fractura de cadera.

Vitamina D.

Aumenta la absorción de calcio a nivel intestinal, interviene en la mineralización de la matriz ósea y quizás estimule los osteoblastos.

La dosis de 800 UI/día disminuye el riesgo de fractura de cadera y se considera suficiente para disminuir los niveles de hiperparatiroidismo secundario.

Estudios clínicos aleatorizados y controlados han demostrado que una mayor ingesta de calcio o vitamina D ralentiza el ritmo de pérdida mineral ósea en sitios como la cadera y el antebrazo, así como el total del cuerpo (Dawson-Hughes et al, 1997; Chevally et al.1994).³⁷

Algoritmo.

En la clínica se nos presentan diferentes casos.

1) Paciente postmenopáusica sin factores de riesgo:

Prevención

Asegurar una adecuada ingesta de calcio (dieta o suplementos)


Control periódico.

2) Paciente post-menopáusica con factores de riesgo.

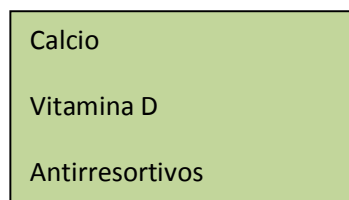
Prevención.

Calcio y Vitamina D

Derivar al especialista que solicitara DMO y Marcadores de resorción.

a) DMO normal y marcadores de resorción normales:  Sólo prevención
Calcio y Vitamina D

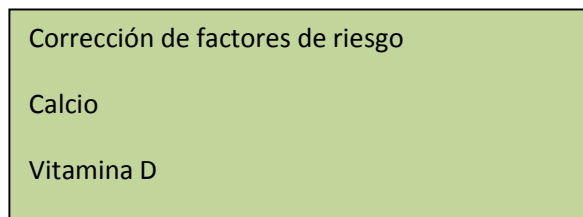
b) DMO normal y marcador de resorción elevado 



En ambos casos se controlará con marcador de resorción ósea cada 6-12 meses.

3) Pacientes con DMO con valores de t-score entre -1 y $-2,5$. (Osteopenia.)

a) Con marcador de resorción ósea normal

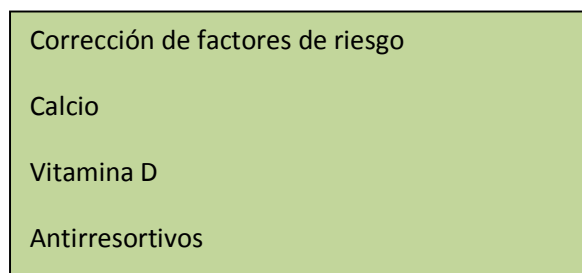


b) Con marcador de resorción ósea elevado
antirresortiva.



Agregar terapia

4) Pacientes con DMO con valores de t-score = o $< -2,5$ (Osteoporosis)



5) Pacientes con crisis por fractura aguda →

Corrección de factores de riesgo.
Calcio
Vitamina D
Calcitonina
Otros antirresortivos (a continuación)
Control con marcadores de resorción cada 3 a 6 meses
Control con DMO cada dos años

6) Osteoporosis por glucocorticoides (dosis = o mayor a 5 mg de prednisona o equivalente por tres meses o más) y DMO en valores de osteopenia:



Corrección de otros factores de riesgo.
Calcio
Vitamina D
Antirresortivos.

7) Osteoporosis en el hombre: ³⁷ →

Corrección de factores de riesgo
Calcio
Vitamina D
Antirresortivos

4.8 Epidemiología de la Osteoporosis.

Los resultados fueron publicados en Septiembre 2010 en “Archives of Osteoporosis”

■ *En México, el 17% de las mujeres y el 9% de los hombres mayores de 50 años presentan osteoporosis*

■ *Los costos directos por fracturas de cadera representaron más de 97 millones de dólares en el 2006.*

(México D.F., 20 de octubre de 2010) La oficina de la International Osteoporosis Foundation (IOF) para América Latina, presentó nueva información epidemiológica sobre osteoporosis en México. La Dra. Patricia Clark, Miembro del Comité de Asesores Científicos de la IOF, realizó a presentación de los principales resultados que arrojó el estudio.

La investigación realizada por los doctores Patricia Clark, Fernando Carlos y José Luis Vázquez-Martínez, fue posible gracias a una beca educativa aportada por la International Osteoporosis Foundation. Los resultados fueron publicados en el mundialmente reconocido Journal médico Archives of Osteoporosis en Septiembre 2010.

De acuerdo al estudio, consistentemente con las tendencias evidenciadas en otras regiones del mundo, México enfrenta una transición epidemiológica con un creciente envejecimiento de su población, consecuencia de un incremento en la expectativa de vida. A pesar que este proceso tomó más de dos siglos en las naciones industrializadas, se está evidenciando en forma más acelerada en México.

La expectativa de vida al nacer se ha incrementado en casi 39 años promedio en las últimas 7 décadas: pasando de 36.2 a 75 años. En 2009, la población de 50 y más años alcanzaba los 19 millones y se estima alcanzará los 55 millones para el 2050. Para entonces, la expectativa de vida en México será de 82 años de edad.

Dado que la osteoporosis es una enfermedad asociada a la edad, se estima que el número de fracturas osteoporóticas se incrementará en igual proporción. Según proyecciones, el número de fracturas de cadera pasará de 1.2 millones en la década del '90 a 2.6 millones para el 2025 y 4.5 millones en el 2050, asumiendo que la incidencia en términos de edad y género se mantengan sin cambios. La vasta mayoría de fracturas de cadera en el Siglo XXI se producirá en los países en desarrollo; estimándose que el mayor incremento se evidenciará en Asia y América Latina.

La osteoporosis y las fracturas por fragilidad ósea son un foco de investigación en México y la Secretaría de Salud en México ha reconocido a la osteoporosis como un problema de salud pública y en nuestro país se encuentran aprobados y disponibles los tratamientos tanto en el sistema de salud público como en el privado.

Se requiere de programas nacionales para educar a los profesionales del área de salud en la importancia de la detección temprana de pacientes en riesgo de fractura por fragilidad ósea y que requieren tratamiento, así como también campañas de difusión y concientización sobre estrategias de prevención de la osteoporosis entre médicos de atención primaria y el público en general, concluye la investigación.⁴⁸

⁴⁸ *Dra. Patricia Clark, Dr. Fernando Carlos. PRIMER ESTUDIO SOBRE EPIDEMIOLOGIA, COSTO E IMPACTO DE LA OSTEOPOROSIS EN MEXICO.* International Osteoporosis foundation. Notas Científicas, Argentina 2010.

Capítulo 5. Ortopantomografía como método de diagnóstico asociado a Osteoporosis

Un programa de computación que analiza radiografías dentales de rutina sería una forma simple y económica de detectar la osteoporosis, una enfermedad que debilita a los huesos, indicó un nuevo estudio.

Científicos británicos descubrieron que un software que desarrollaron pudo identificar en radiografías de mandíbula signos de reducción de la densidad ósea, un indicador potencial de osteoporosis.

Los resultados, informaron, sugieren que una radiografía dental sería una forma económica de proporcionar controles de rutina generales a los adultos mayores para prevenir la osteoporosis. Aquellos con signos de debilitamiento óseo en la mandíbula podrían derivarse a una prueba específica más costosa.

En Estados Unidos, el Equipo Especial de Servicios Preventivos recomienda que las mujeres de 65 años o más controlen la osteoporosis, cuya prueba "estándar de oro" es un examen relativamente costoso llamado Densitometría dual de rayos X (DXA). Medicare cubrirá esa prueba cada dos años. En el Reino Unido, el sistema nacional de salud no tiene un programa de prevención de la osteoporosis.

Esto significa que muchas personas con la enfermedad, en su mayoría mujeres adultas mayores, no saben que la padecen hasta que tienen una fractura, comentó el doctor Hugh Devlin, de la University of Manchester, autor principal del nuevo estudio.

Los resultados, publicados en la revista Bone, surgen de imágenes por rayos X de 652 mujeres europeas de 45 a 70 años. A todas se las examinó con DXA y una radiografía dental panorámica de la mandíbula. Las pruebas con DXA hallaron osteoporosis en la cadera o la columna de 140 mujeres. El análisis de las radiografías dentales identificó a más de la mitad de esos casos.

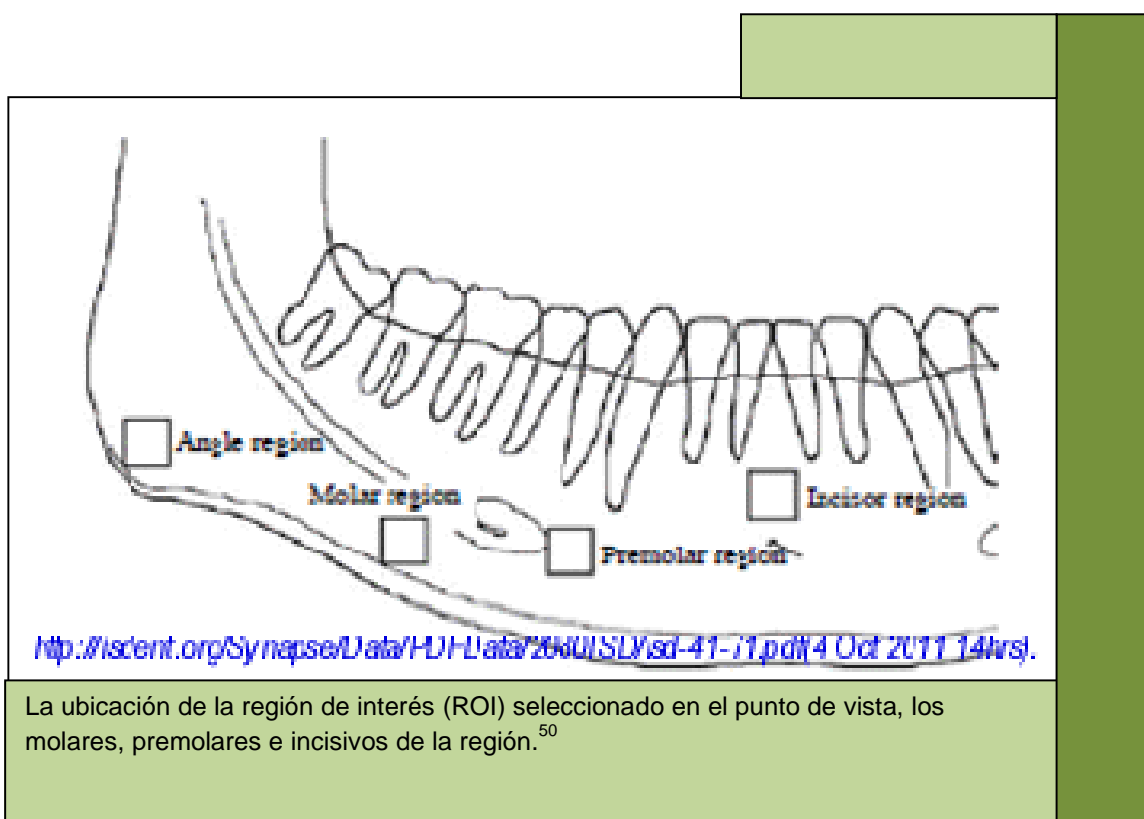
Para Devlin, se necesitan más estudios antes de que las radiografías dentales integren el control de rutina de la osteoporosis. "Queremos conocer la actitud de los pacientes y de los médicos hacia este nuevo papel de los dentistas en la identificación de pacientes con alto riesgo de osteoporosis", indicó Devlin.

El próximo paso, sostuvo el autor, será que una empresa de equipos de rayos X tome la idea e integre el software a sus productos.⁴⁹

⁴⁹ <http://www.salud.elperiodicodearagon.com>(30 sep 2011 22hrs.)

5.1.1 Zonas de interés para el estudio de la Ortopantomografía.

- Ángulo de la mandíbula.
- Región de molares.
- Región de premolares.
- Región de incisivos.
- Región de la rama de la mandíbula.



Las imágenes del retorno de la inversión muestran la estructura del hueso trabecular.

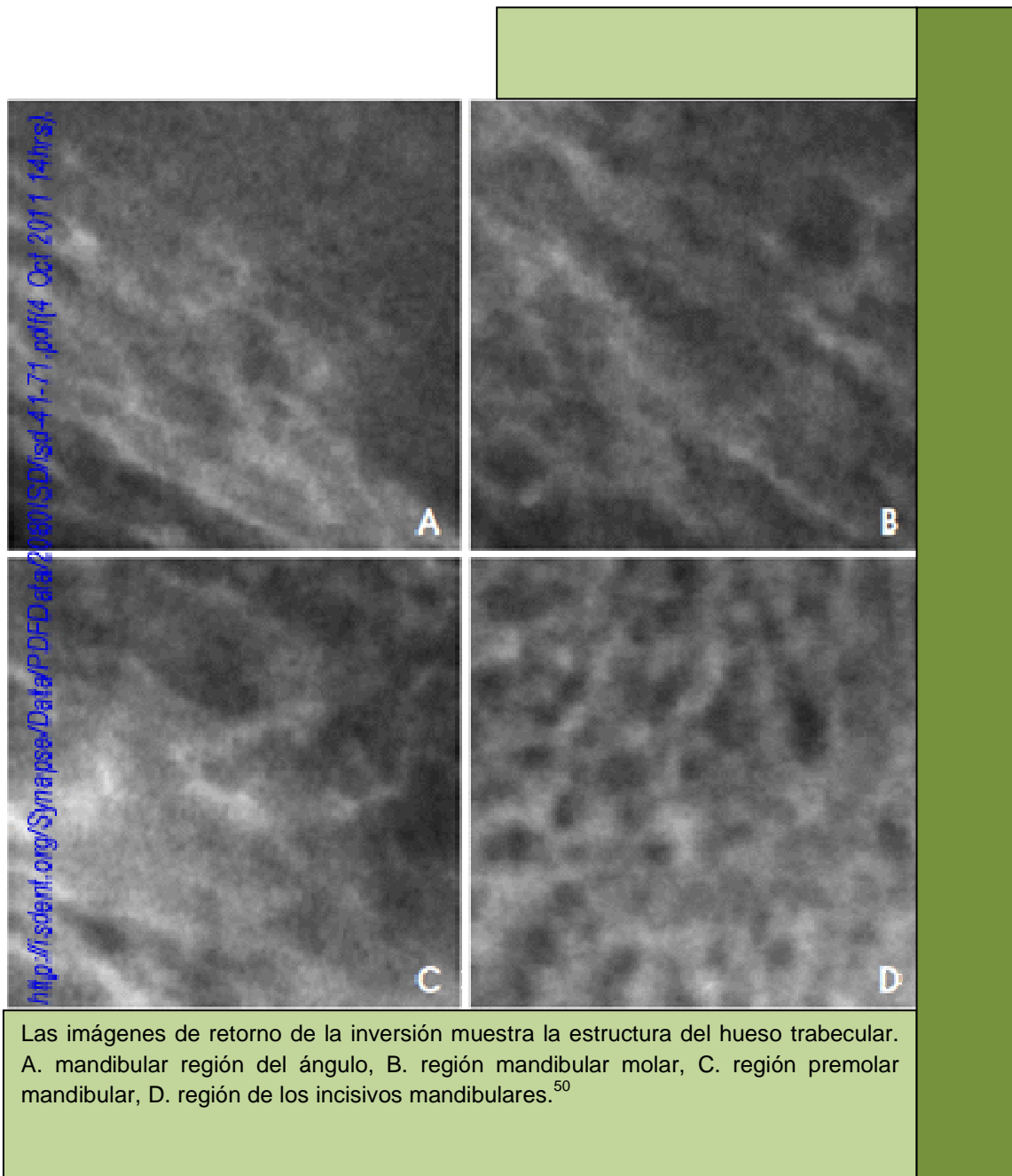
- A. región mandibular del ángulo.
- B. región mandibular zona de los molares.
- C. región premolar inferior
- D. región de los incisivos mandibulares.

En las clínicas dentales, el análisis fractal del hueso trabecular y de la estructura de las mandíbulas con las radiografías intraorales digitales pueden ser utilizados en la evaluación del cambio del hueso patológico y antes del implante calidad ósea. Puede ser una barata y conveniente herramienta de evaluación para el diagnóstico de las enfermedades generales que se acompañan de varios cambios óseos.

Los requisitos previos importantes para el análisis fractal es estandarizar la adquisición y el procesamiento de imágenes y para determinar los derechos fundamentales y la gama importante de las escalas de Richardson.

Se determinó la importante gama de escalas de la dimensión fractal para describir con mayor exactitud la forma de las trabéculas en el hueso de la mandíbula de radiografías intraorales digitales procesadas por el procesamiento automatizado de imágenes.⁵⁰

⁵⁰ *Kyung-Hoe. Fractal analysis of mandibular trabecular bone:optimal tile sizes for the tile continuing method imaging .Science in Dentistry 2011 41:71-8 .<http://isdent.org/Synapse/Data/PDFData/2080ISD/isd-41-71.pdf>(4 Oct 2011 14hrs).*



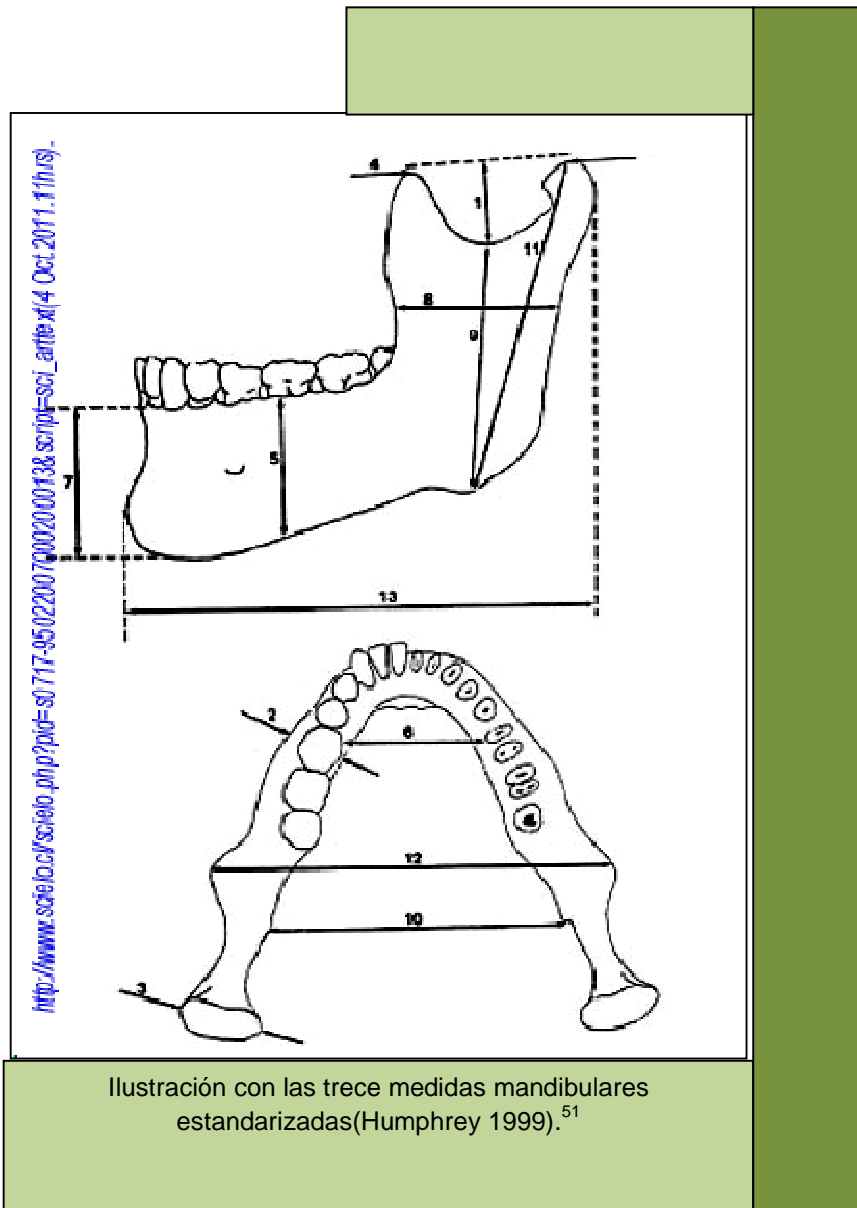


La morfología de la corteza inferior de la mandíbula, cada milímetro perdido hace que el riesgo de sufrir oteopenia u osteoporosis aumente 40%.

5.1.2 Medidas de la mandíbula sana.

1. Profundidad de la incisura;
2. Grosor del cuerpo de la mandíbula;
3. Longitud del cóndilo;
4. Distancia entre los procesos coronoides y condilar de la mandíbula;
5. Altura del cuerpo de la mandíbula;
6. Ancho mandibular;
7. Altura de la sínfisis de la mandíbula;
8. Longitud de la rama de la mandíbula;
9. Altura de la incisura de la mandíbula;
10. Distancia bilingular;
11. Altura de la rama de la mandíbula;
12. Ancho bicoronoide;
13. Longitud de la mandíbula.⁵¹

⁵¹ *Felippe Bevilacqua Prado & Paulo Henrique Ferreira Caria Morphological Comparison Between Brazilian's Mandibles and Populations from Four Continents Int J. MorphoL, 25(2):323-327, 2007. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-95022007000200013&script=sci_arttext (4 Oct. 2011. 11hrs).*



Medidas tomadas en las mandíbulas	Media	D.S.	Mínimo	Máximo
Profundidad de la incisura mandibular	13,41	1,99	9,13	18,21
Grosor del cuerpo de la mandíbula	10,97	2,16	5,51	16,01
Longitud del proceso condilar	18,44	2,34	13,23	22,84
Distancia entre los procesos coronoide y condilar	32,92	3,57	26,16	42,42
Altura del cuerpo de la mandíbula	23,98	4,06	16,02	34,90
Ancho de la mandíbula	37,03	3,08	29,30	44,23
Altura de la sínfisis mandibular	29,38	4,40	20,56	39,05
Longitud de la rama de la mandíbula	29,31	4,07	21,18	39,48
Altura de la incisura de la mandíbula	47,02	4,51	34,82	57,01
Distancia bi-lingular de la mandíbula	78,71	4,43	68,56	87,84
Altura de la rama de la mandíbula	64,74	4,85	54,91	78,21
Anchura entre los procesos coronoides	94,67	6,20	80,21	110,44
Longitud de la mandíbula	112,44	6,35	98,11	130,64

[http://www.scielo.c/SciELO.php?pid=s0717-95022007000200013&script=sci_arttext\(4 Oct.2011.11hrs\).](http://www.scielo.c/SciELO.php?pid=s0717-95022007000200013&script=sci_arttext(4 Oct.2011.11hrs).)

Valores medios, desvíos, patrón máximo y mínimo en milímetros(mm) de cada una de las medidas de 100 mandíbulas de individuos brasileños.⁵¹

5.2 Estudios de la Ortopantomografía como método de diagnóstico de la Osteoporosis.

Reginster y Burlet estiman que alrededor de 200 millones de personas en todo el mundo padecen de osteoporosis.

La asociación entre la osteoporosis y la pérdida de hueso en la mandíbula y el maxilar en los seres humanos fue hecho por Groen, Duyvensz y Halsted

Algunos estudios han demostrado que la pérdida generalizada mineral ósea en el esqueleto puede contribuir a la pérdida de los dientes, aunque algunos autores no han encontrado la misma relación

Incluso antes de que los intentos políticos para la salud oral, sigue habiendo un gran número de desdentados en Brasil. Más de la mitad de las personas mayores de 64 años con prótesis. El gran número de ancianos en el país hace que sea aún más importante para buscar la asociación entre la osteoporosis y la pérdida de dientes.

Wilkins y Birge considera la presencia de menos de 20 dientes, uno de los signos físicos que sugieren la presencia de osteoporosis. Del mismo modo, las pérdidas son de más de cinco centímetros de altura y la presentación de la distancia costilla-pelvis menos de dos dedos de ancho y el índice de masa corporal (IMC) inferior a $12 \text{ kg} / \text{cm}^2$.

Estudio realizado por Schwartz-Dabney y Dechow demostraron que en los pacientes con pérdida de los dientes había cambios en las características y las propiedades mecánicas del hueso cortical. En este estudio, 44 muestras de hueso cortical se retiraron diez maxilares edéntulos de cadáveres y fueron evaluados para el espesor cortical y la densidad ósea. Los datos se compararon con los obtenidos en diez mandíbulas dentadas. El hueso cortical mandibular de mandíbulas edéntulas difería de hueso cortical de la mandíbula con dientes en relación con el espesor cortical y otras propiedades tales como el módulo de elasticidad y de corte anisotropía y la orientación del eje de máxima dureza. Los autores destacaron que los cambios microestructurales en el hueso cortical mandibular puede estar acompañada de la cresta ósea alveolar reabsorción en los pacientes con pérdida de dientes.

La morfología, tamaño y densidad de la mandíbula varían ampliamente entre los individuos. Esta variabilidad refleja las diferencias en la respuesta del hueso mandibular a una agresión local o sistémica, dado. Según blusa *et al.* los cambios del hueso alveolar también varían considerablemente entre los individuos y dependen directamente de factores locales.

Pérdida progresiva del hueso alveolar se caracteriza la manifestación de la osteoporosis y se relaciona con la pérdida de dientes. Sin embargo, otros estudios no encontraron correlación entre la osteoporosis y la resorción del hueso alveolar. En la mayoría de estas obras, los factores locales, tales como la presencia de biofilm y la enfermedad periodontal progresiva no fueron consideradas, lo que podría explicar las discrepancias en los resultados.

Amorim *et al.* Realizó caso-control en la Universidad de São Paulo (USP) con el fin de comparar el diagnóstico de la osteoporosis con los parámetros de calidad del hueso y para evaluar la oseointegración de los implantes en mujeres posmenopáusicas. Se evaluaron 39 mujeres entre 48 y 70 años de edad, con 19 con diagnóstico de osteoporosis densitométrica y 20 controles normales. 82 implantes osteointegrados se llevaron a cabo, de 39 años en el grupo de osteoporosis y 43 en el grupo control. Se encontraron asociaciones entre la osteoporosis y de bajo parámetros de calidad ósea mandibular de los implantes dentales.

Varios estudios han tratado de analizar directamente la densidad mineral ósea de la mandíbula con el uso de equipo especial para realizar densitometría de barrido de la mandíbula, con dispositivos para la calibración o la tomografía computarizada cuantitativa. Sin embargo, los autores no encontraron buenos resultados, ya que las técnicas de evaluación directa de la densidad mineral ósea mandibular no ha demostrado la exactitud y la precisión.

Radiomorfometría: El índice consiste en la aplicación de la evaluación de la morfología ósea en las radiografías. Índices como el metacarpiano vertebral se han desarrollado para estimar el grosor de los huesos. Radiomorfométricos los índices se basan principalmente en medidas de hueso cortical, ya que ésta se ve más fácilmente en las radiografías del hueso trabecular.

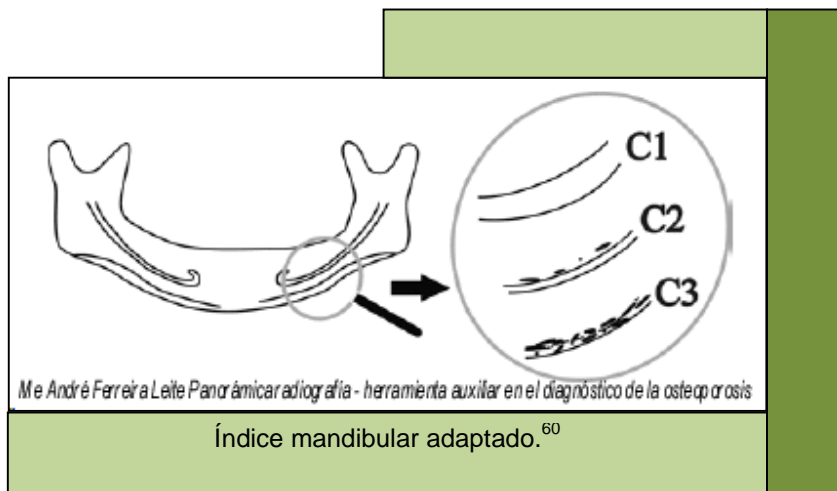
En la mayoría de los estudios se examinaron los efectos de la baja densidad mineral ósea en índices para evaluar los parámetros Radiomorfométricos del hueso en radiografías panorámicas, que principalmente evalúan la calidad (resorción) y el espesor del borde inferior cortical de la mandíbula.

5.2.1 Las correlaciones entre los índices radiomorfométricos y la densidad mineral ósea.

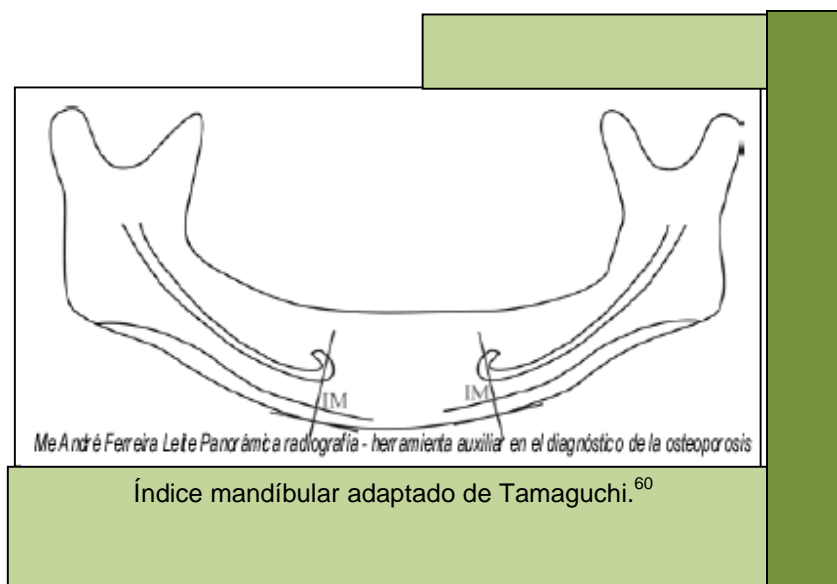
De acuerdo con varios autores, las personas con osteoporosis son más propensas a la erosión en la parte inferior de la mandíbula que en el grupo control, y que el espesor cortical de la mandíbula inferior se redujo en sujetos con osteoporosis. Otros estudios no han observado esta relación.

Klemetti, Kolmakov y Kroger en un estudio de 355 radiografías panorámicas de las mujeres posmenopáusicas, han establecido un índice de calidad, llamada la *corteza mandibular*, que evalúa el grado de reabsorción cortical de la base inferior de la mandíbula:

- C1 - el margen de hueso cortical es clara y nítida en ambos lados.
- C2 - los defectos de la superficie endostio semilunar (reabsorción semilunar) o la superficie cortical presenta residuos.
- C3 - la capa cortical es muy porosa.



El grosor cortical mandibular por debajo del foramen mental también se correlaciona con la densidad mineral ósea de columna lumbar y fémur proximal. Este índice se denomina índice de la barbilla radiomorfométrico y se puede medir por una pinza de precisión o por programa de ordenador.⁶⁰



5.3 Recopilación de estudios sobre la Ortopantomografía y la Osteoporosis.

5.3.1 Validación de medidas de la radiografía dental y panorámica para identificar mujeres posmenopáusicas con osteoporosis vertebral.

Se llevó a cabo un estudio en el Hospital de la Universidad de Hiroshima en el departamento de radiología oral y maxilofacial, el cual se trata de identificar de un grupo de mujeres posmenopáusicas con osteoporosis vertebral y validar las diferentes medidas y puntos anatómicos de la radiografía dental y panorámica para la identificación oportuna de la descalcificación ósea.

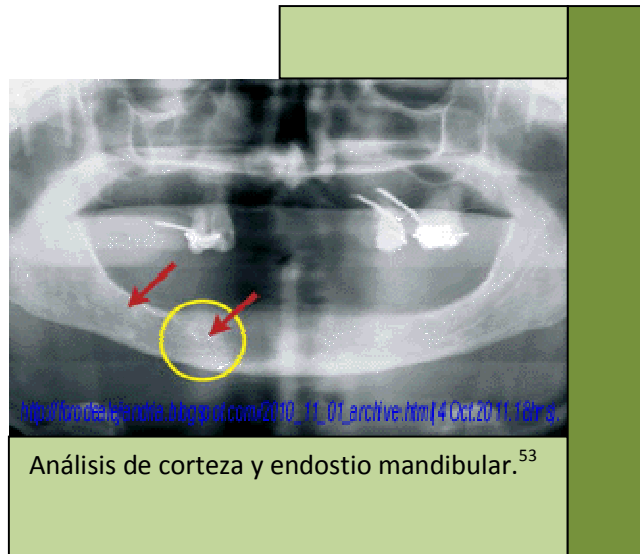
Para realizar este estudio se utilizó un aparato de radiografía panorámico marca Planmeca Promax (Helsinki, Finlandia), Incluyendo el uso de delantales de plomo, una filtración total de 2,5 mm de aluminio de 64 a 74 kv en función de la edad y el tamaño de los sujetos. Una máquina de procesamiento automático, que se utilizó el desarrollo de películas en condiciones normales, y una película radiográfica de velocidad media.

Todos los criterios estándar que se utilizaron para la colocación de la cabeza, densidad de la película y el posicionamiento del paciente fueron hechos para lograr la mejor calidad de la película. Así como número de dientes evaluados, los terceros molares no fueron tomados en cuenta.

Los índices Radiomorfométricos se midieron en ambos lados de la mandíbula por dos radiólogos orales que diagnosticaron, lo hicieron en un estudio ciego sobre los resultados de la densitometría ósea.

En el procedimiento se realizó una clasificación morfológica de la mandíbula inferior, esto se llevó a cabo mediante la observación distal del foramen mental bilateral, la corteza inferior de la mandíbula, y se clasificó en tres grupos de acuerdo con el método utilizado por Klemetti:

- C1: El margen de endostio era suave y claro sobre ambos lados de la corteza.
- C2: El margen de endostio había defectos en forma semi-lunar.
- C3: En la corteza endostio había porosidad claramente visible .⁵⁷



En el estudio concluyen que la radiografía panorámica da la suficiente información para hacer un diagnóstico precoz en relación con la osteoporosis en

mujeres post menopáusicas. Las radiografías panorámicas pueden ser útiles en la prevención de fracturas osteoporóticas en mujeres de edad avanzada.⁵²

5.3.2 Análisis para la dimensión fractal del hueso trabecular de la mandíbula utilizando un método de conteo de baldosas.

En el siguiente estudio se hace un análisis de cómo las radiografías dentales pueden llegar a ser utilizadas como método de estudio del trabeculado óseo mandibular, éste fue hecho con mandíbulas maceradas.

Su propósito se centró en la identificación metodológica de las alteraciones del patrón óseo trabecular en el esqueleto, analizando radiografías panorámicas digitales. Con el fin de poder utilizar esta metodología a futuro para el análisis y la observación de los cambios de densidad ósea en la estructura trabecular, en pacientes con osteoporosis y sanos.

El material examinado consistió en cinco mandíbulas adultas, maceradas. Los cuatro sitios de interés de cada mandíbula fueron escogidos en cuerpo mandibular, debajo de los alvéolos dentarios:

Sitio 1. Oral y anterior al foramen mentoniano derecho.

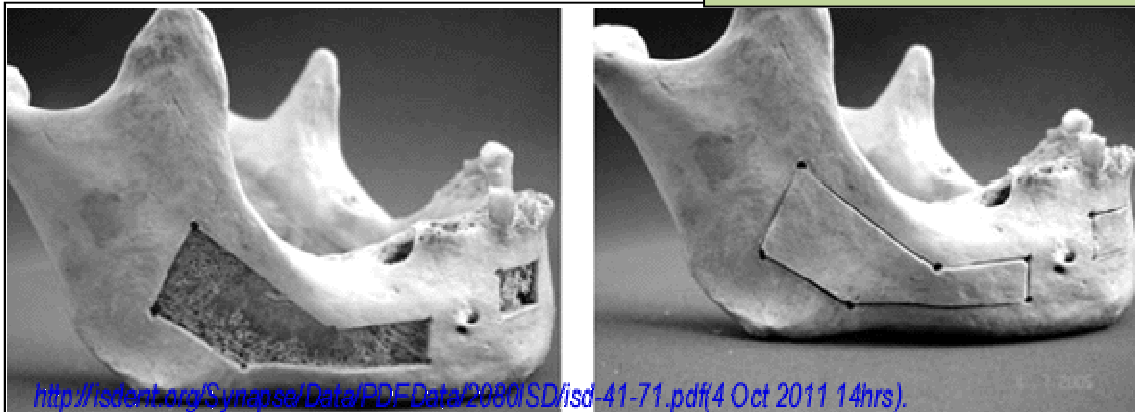
Sitio 2. Oral y posterior al foramen mentoniano derecho.

Sitio 3. Oral y anterior al foramen mentoniano izquierdo.

Sitio 4. Oral y posterior al foramen mentoniano izquierdo.

⁵² Akira Taguchi. **Validación de Medidas de la Radiografía Dental y panorámica para identificar mujeres posmenopáusicas con osteoporosis vertebral** 1 Departamento de Radiología Oral y Maxilofacial, Hospital de la Universidad de Hiroshima, 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, 734-8553 Hiroshima, Japón.2007.

⁵³ http://forodealejandria.blogspot.com/2010_11_01_archive.html (4 Oct.2011.18hrs).



En la mandíbula macerada se realizaron cortes de los sitios de interés con un disco de carburo y fresas.⁵⁰

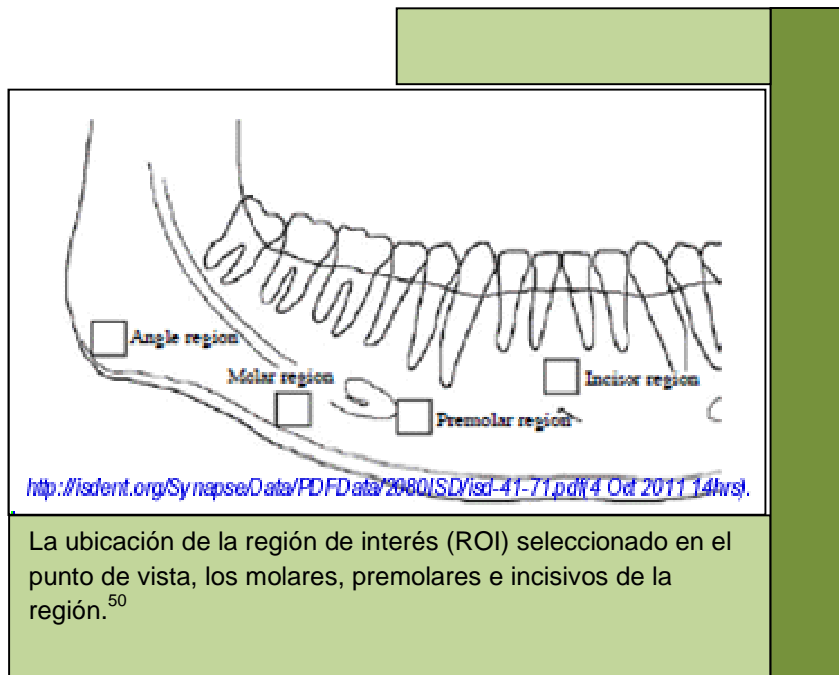
También utilizaron imágenes radiográficas digitales intraorales para analizar el ángulo de la mandíbula, en regiones secas de 29 mandíbulas humanas. Después de preparar las mandíbulas para el estudio, los parámetros morfométricos que representa las características del hueso trabecular se calcularon las dimensiones fractales de las imágenes procesadas.

Las radiografías que fueron tomadas abarcan la región de molares y premolares de ambos lados y una región para los incisivos de la mandíbula.

■ 2 Regiones de molares.

■ 2 Regiones de premolares.

■ 1 Región de incisivos.



Establecen que sus hallazgos están de acuerdo con Colosi y ShROUT (2003) y Scott en el estudio del patrón óseo trabecular a través del análisis de factores radiográficos por computador. Mencionan también que el método utilizado no fue sensible en detectar las alteraciones en la conectividad de las trabéculas que fueron fracturadas, al retirar la cortical vestibular de la mandíbula, después al retirar la tabla vestibular, la cortical vestibular de la mandíbula, se desconectó el hueso trabecular intramedular de las trabéculas insertadas en la superficie del endostio de la cortical vestibular, siendo que en estas últimas no fueron afectadas.

No hubo pérdida de tejido trabecular, apenas las trabéculas fueron desconectadas y conectadas nuevamente, lo que no fue suficiente para alterar el análisis en computador de los factores radiográficos.

Concluyen que en las clínicas dentales, el análisis fractal del hueso trabecular y de la estructura de las mandíbulas con las radiografías intraorales digitales pueden ser utilizados en la evaluación del cambio del hueso patológico y antes del implante la calidad ósea. Puede ser una barata y conveniente herramienta de evaluación para el diagnóstico de las enfermedades generales que se acompañan varios cambios óseos. Los requisitos previos importantes para el análisis fractal es estandarizar la adquisición y el procesamiento de imágenes y para determinar los rangos fundamentales y la gama importante de las escalas de Richardson.

Se determinó la importante gama de escalas de la dimensión fractal para describir con mayor exactitud la forma de las trabéculas en el hueso de la mandíbula en radiografías intraorales digitales procesadas por el procesamiento automatizado de imágenes.

Deben ser realizados nuevos estudios para evaluar las imágenes de alteraciones morfológicas del hueso trabecular, visto en radiografías panorámicas digitales, en que haya mayores pérdidas de tejido.⁵³

5.3.3 Detectaron en adultos jóvenes japoneses un decremento de la densidad ósea utilizando radiografías panorámicas.

El siguiente estudio se realizó en jóvenes adultos de Japón, un total de 158 hombres y 76 mujeres de 16-36 años de edad.

En este estudio se buscó ver a partir de qué edad se puede detectar una baja densidad ósea por medio de radiografías panorámicas digitales.

Los radiólogos fueron revisando las radiografías y dando su diagnóstico, los resultados fueron asombrosos, pues concluyeron que el 84.2% que corresponde a 130 hombres y 67 mujeres presentaron densidad ósea normal.

Pero el 15.8% que corresponde a 28 hombres y 9 mujeres presentaron una densidad ósea baja.

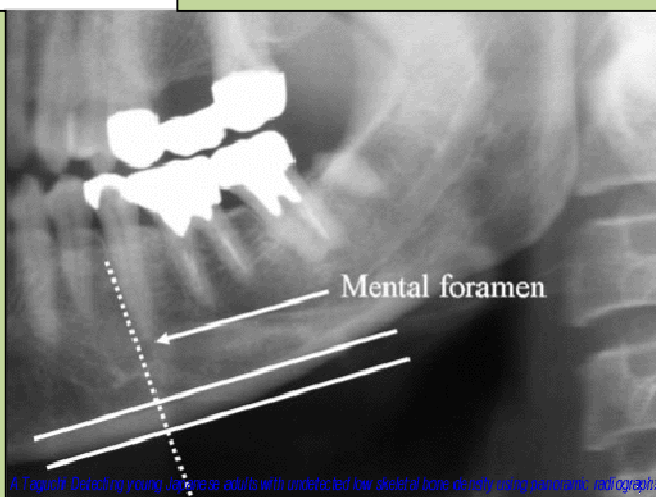
Concluyendo que en los hombres antes de los 30 años puede ser diagnosticada una baja densidad ósea pero en mujeres no.

Esto tiene que ver con el hecho de que son protegidas por la menstruación y los estrógenos pero después de la menopausia es en donde comienza la pérdida de densidad ósea.⁵³

En el estudio dibujaron una línea paralela al eje largo de la mandíbula y tangencial en el borde inferior de la mandíbula. Una línea (de puntos línea) fue construida perpendicular a esta tangente.⁵⁴

⁵⁴ A *Taguchi* Detecting young Japanese adults with undetected low skeletal bone density using panoramic radiographs . Dentomaxillofacial Radiology (2011) 40, 154–159.

Esta línea cruza el borde inferior del foramen mental, y a lo largo de éste la línea mandibular cortical ancho (la distancia entre los dos paralelos líneas continuas) se midió utilizando pinzas.⁵⁴



5.3.4 Estudio morfodigital del hueso trabecular mandibular en radiografías panorámicas.

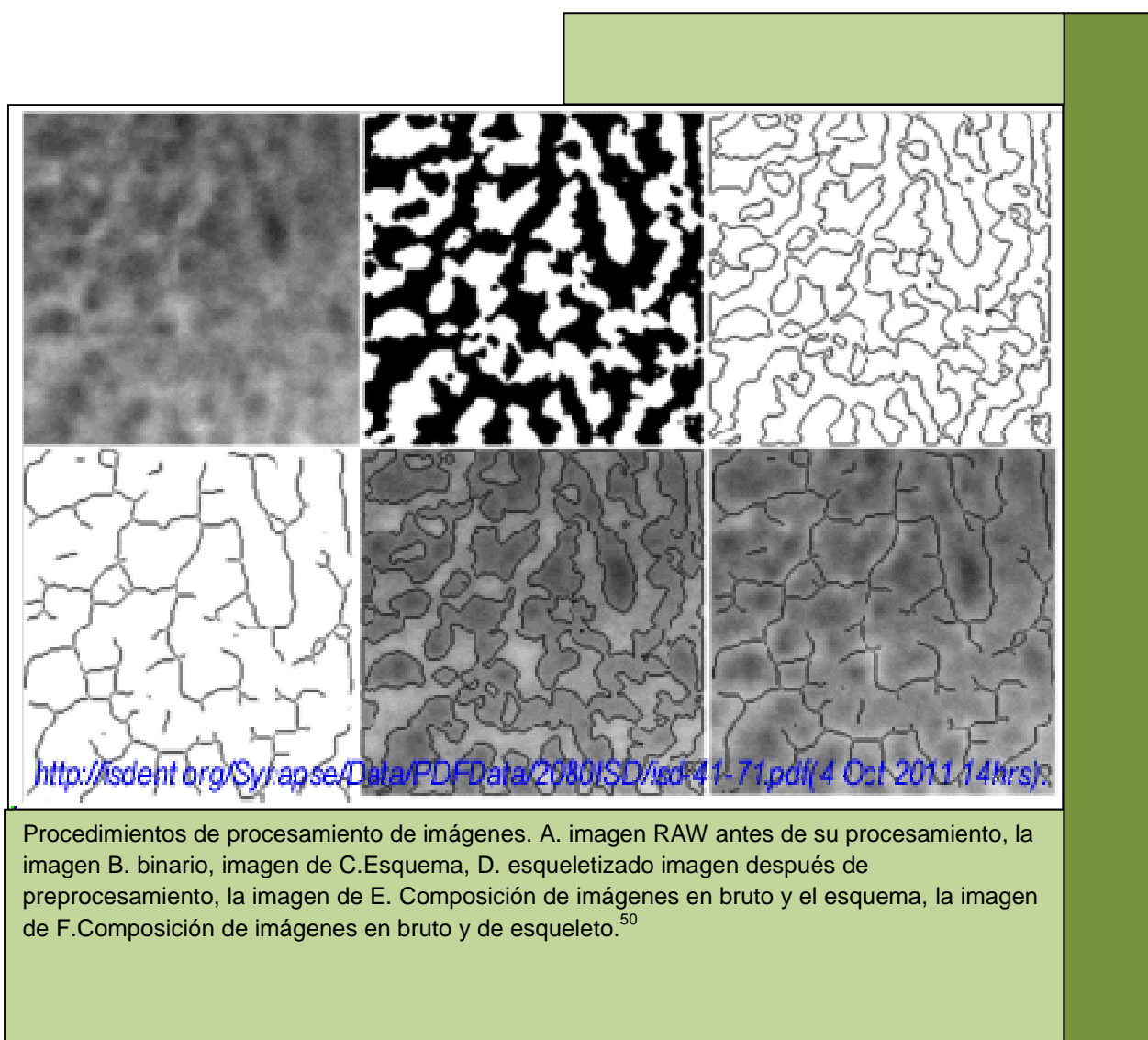
En este estudio analizó que en las clínicas dentales, el análisis fractal del hueso trabecular estructural de las mandíbulas con las radiografías panorámicas digitales pueden ser utilizados en la evaluación del cambio del hueso patológico y de la calidad del hueso. Puede ser un bajo costo y conveniente herramienta de detección para el diagnóstico de la Osteoporosis por que se acompaña de varios cambios óseos.

El estudio fue hecho a 50 mujeres y 50 hombres que trabajan en las Naciones Unidas, se observó que los hombres tienen menos riesgo de fractura por osteoporosis.

La dimensión fractal de la estructura del hueso trabecular ha demostrado tener una correlación evidente con la propiedad física de los huesos en muchos estudios.

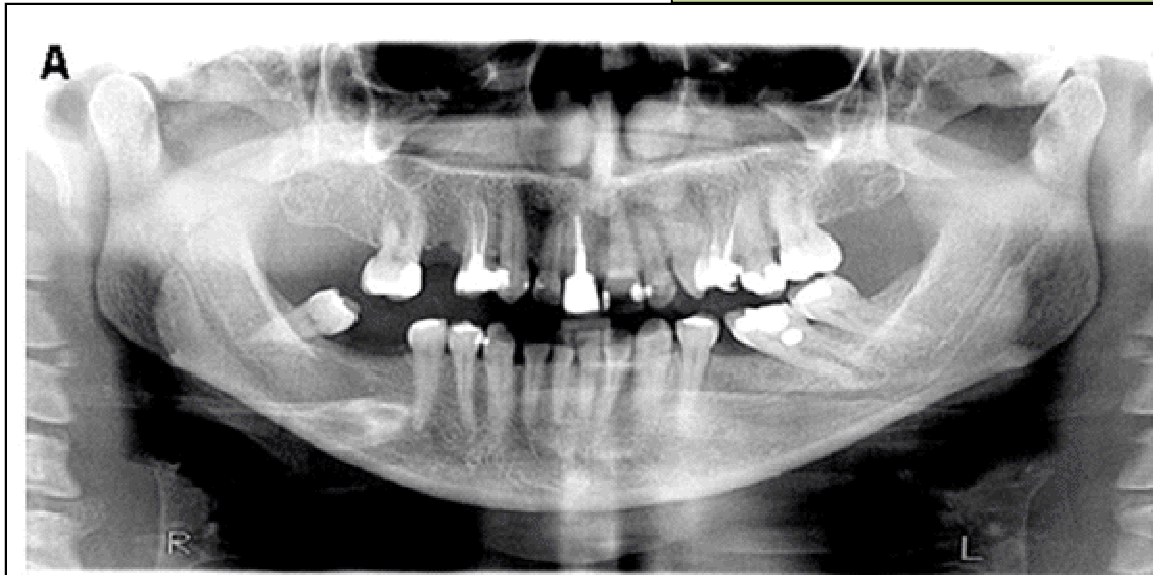
Sin embargo, el estudio fractal de las dimensiones de este estudio mostró grandes variaciones incluso en la misma región anatómica como en el hueso de la mandíbula.

Las regiones de la mandíbula están rodeadas de hueso cortical y tejidos blandos con diferentes espesores. Que influyen en el nivel medio del gris de manera significativa y muestran una baja frecuencia ruido.⁵⁵



Procedimientos de procesamiento de imágenes. A. imagen RAW antes de su procesamiento, la imagen B. binario, imagen de C. Esquema, D. esqueletizado imagen después de preprocesamiento, la imagen de E. Composición de imágenes en bruto y el esquema, la imagen de F. Composición de imágenes en bruto y de esqueleto.⁵⁰

⁵⁵ Plauto Christopher **Estudio Morfodigital del hueso trabecular mandibular en radiografías panorámicas.** int. Joournal Morphol, 25 (4) 2007 pp 875-880.



Plauto Cristopher. Estudio Morfodigital del hueso trabecular mandibular en radiografías panorámicas

A. aspecto normal de la mandíbula y de la estructura ósea.

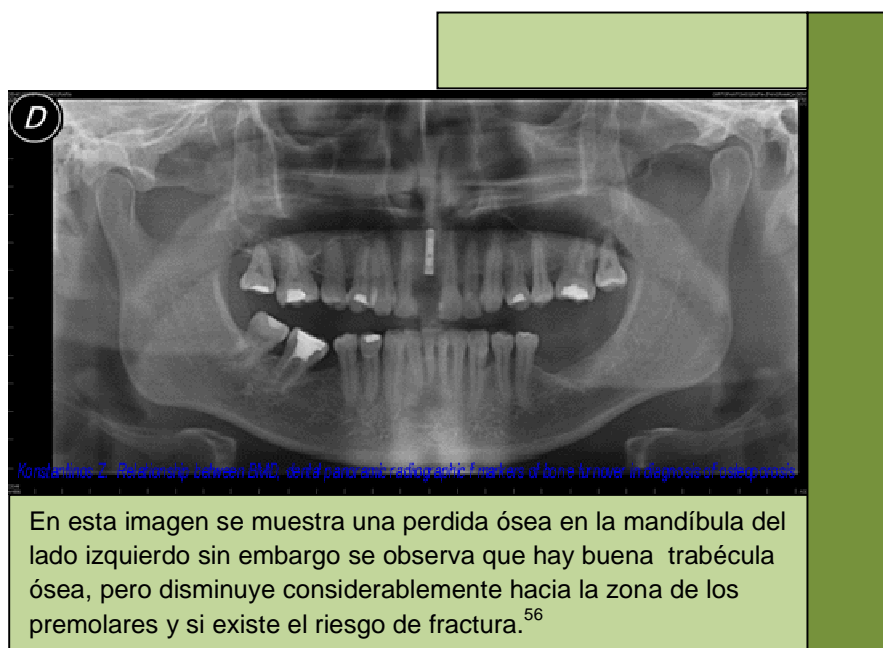
B. muestra zonas osteoporóticas con pérdida de hueso.⁵⁵

5.3.5 Relación entre la densidad mineral ósea, los hallazgos radiográficos dentales panorámicos y los marcadores bioquímicos de recambio óseo en el diagnóstico de la osteoporosis.

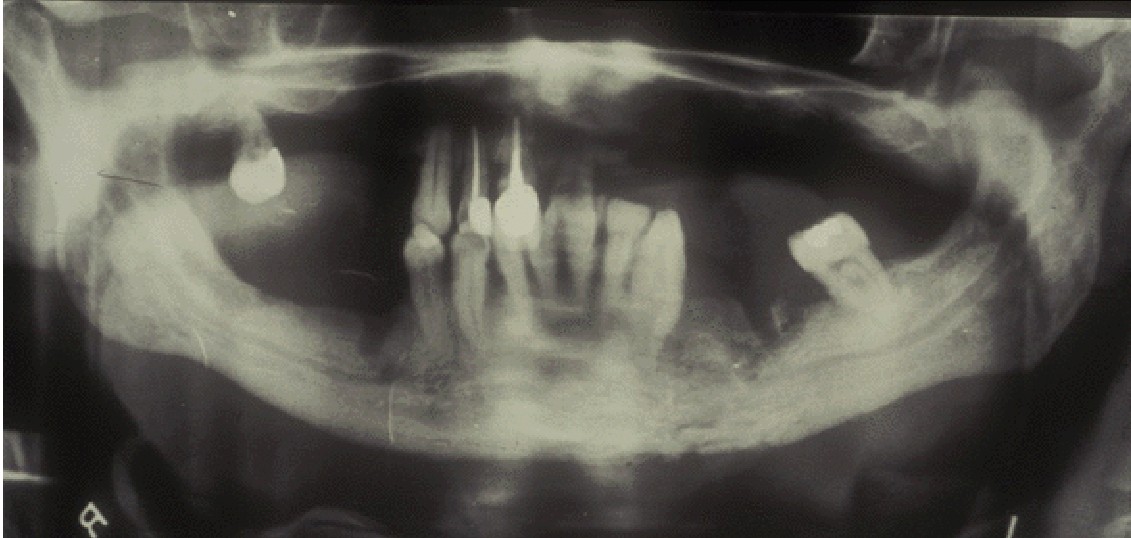
Después de la menopausia las mujeres constituyen más del 15% de la población en los países desarrollados, mientras que esta tasa es de 5-8% en las regiones menos desarrolladas del mundo (Organización Mundial de la Salud). Para el año 2030, la población mundial de las mujeres menopáusicas y posmenopáusicas se espera que aumente a 1,2 millones de mujeres, con 47 millones de casos nuevos cada año (Organización Mundial de la Salud, 1996; Hill, 1996).

Knezović-Zlatarić en el año 2002 informó que la corteza y el hueso trabecular del ángulo de la mandíbula era claramente más delgada en las radiografías panorámicas de las mujeres posmenopáusicas y en pacientes con insuficiencia renal crónica.

Mohajery y Brooks en 1992 no pudo determinar las diferencias en el espesor del ángulo del suelo del seno maxilar inferior, o lámina dura de los alvéolos dentales entre mujeres sanas y aquellas con osteoporosis temprana.⁵⁶



⁵⁶ Konstantinos Z. Relationship between BMD, dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover in diagnosis of osteoporosis. Maturitas the European journal menopause 59 2008 226-233.



Konstantinos Z. Relationship between BMD, dental panoramic radiographic markers of bone turnover in diagnosis of osteoporosis

Paciente tratado con osteonecrosis maxilar por tratamiento con bifosfonatos para la Osteoporosis.⁵⁶



Konstantinos Z. Relationship between BMD, dental panoramic radiographic markers of bone turnover in diagnosis of osteoporosis

Paciente Varón con cáncer y Osteoporosis que tiene un alto índice de tener fractura de cadera, el paciente ha sido sometido a cirugía por osteonecrosis y, será intervenido quirúrgicamente por segunda vez.⁵⁶

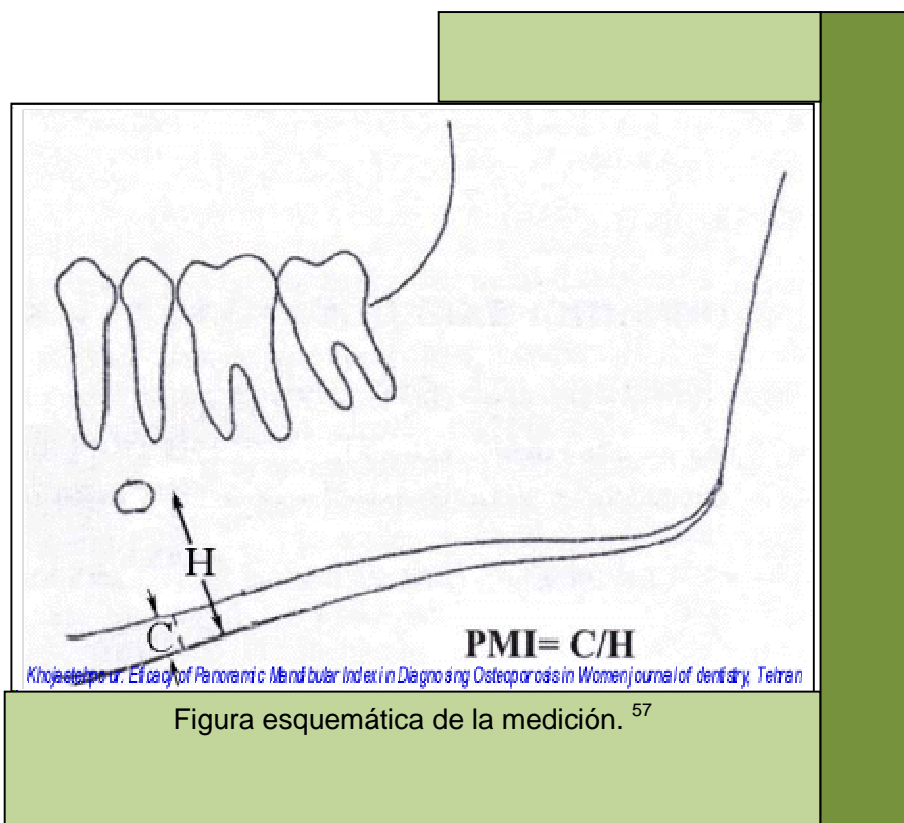
5.3.6 Índice de eficacia mandibular panorámica en el diagnóstico de la osteoporosis en las mujeres.

En un estudio transversal de Enero a Mayo de 2003 que se aplicó a 140 pacientes femeninos con una edad media de 53,6 años.

Las muestras se dividieron en tres grupos de acuerdo a su menstruación estado: la menopausia, ooforectomizadas, y las que no tienen aún su menopausia.

Los parámetros que se tomaron en cuenta para las radiografías fueron los siguientes:

- H = medida vertical entre el borde inferior de la mandíbula el borde inferior del foramen mental por (mm).
- C = altura de la mandibular inferior por la corteza (mm).



En este estudio se encontró que el 44% de las mujeres que presentaron este estudio tienen Osteoporosis y el 66% están sanas y concluyen que si se observa que existe osteopenia u Osteoporosis diagnosticada por medio de las Ortopantomografía se debe remitir al paciente para que se le realicen otras pruebas como la densitometría ósea.⁵⁷



Paciente con osteonecrosis maxilar y Osteoporosis, tratado con bifosfonatos.



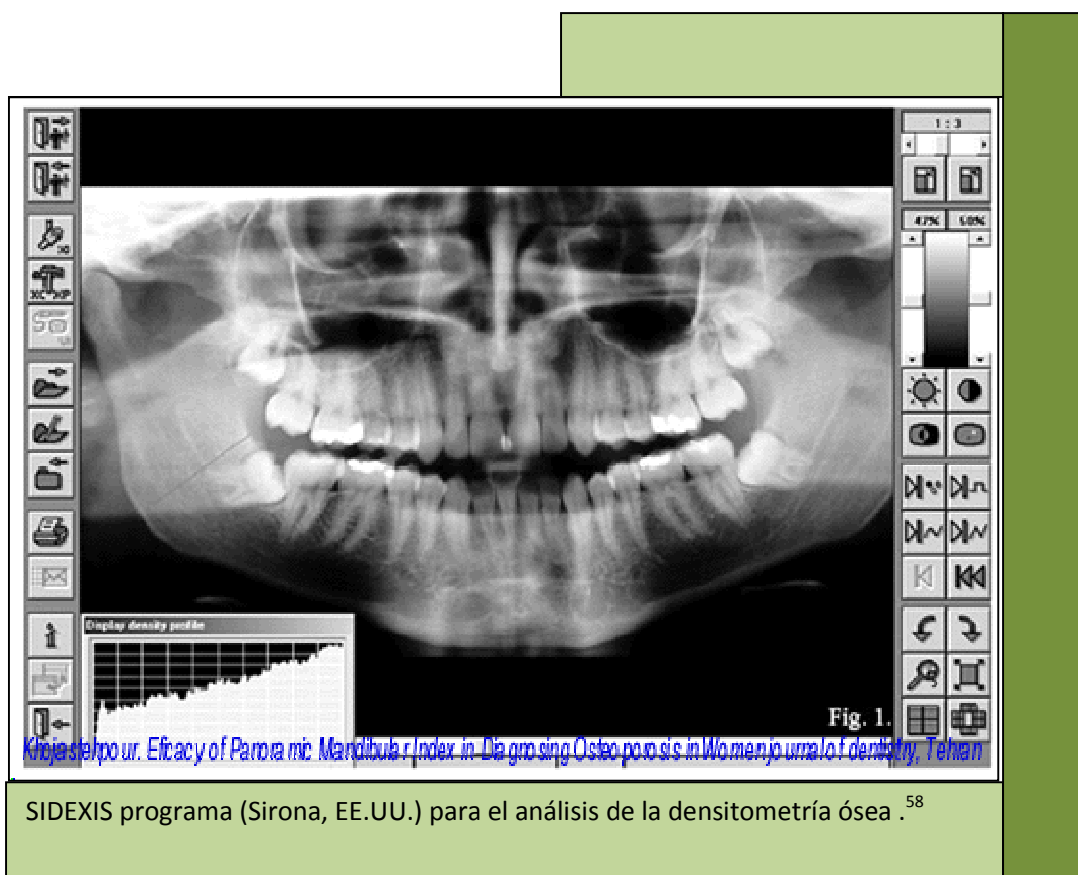
Paciente con Osteoporosis se observa claramente la disminución del ángulo de la mandíbula y la zona del tercer molar con trabécula ósea muy disminuida y con riesgo de fractura.⁵⁷

5.3.7 Densidad Ósea Bilateral comparativa del ángulo mandibular.

Este estudio fue creado para establecer un análisis comparativo bilateral de la densidad ósea del ángulo mandibular en pacientes jóvenes de ambos sexos, en una muestra de pacientes que caracterizan a la mezcla de razas en la población brasileña, a través de examen computarizado de densitometría ósea, con el objetivo de proporcionar asistencia para el futuro tratamientos que involucran las estructuras óseas que componen el sistema estomatognático.

⁵⁷ Khojastehpour. Efficacy of Panoramic Mandibular Index in Diagnosing Osteoporosis in Women. Journal of dentistry, Tehran University of Medical Sciences 2009 vol.6 num 1 pp11-15.

Se utilizo rayos X (Siemens, un OKvp, 7mA) y desarrollado a través del método manual: tiempo y la temperatura.



Los resultados encontrados en el estudio mostraron una variabilidad en la densidad del hueso mandibular relacionados con el sexo del paciente, y los mismos resultados fueron encontrados por Dutra *et al.*, Que también se reportan las relaciones entre la edad y la cantidad de dientes en la boca del paciente. Estos resultados son diferentes de los estudios de Kingsmill y Boyed (1998) y Tomaszewski y Czerwinski (2002), ya que Dutra y col. Encontraron un equilibrio en la densidad de la mineralización de los huesos entre los sitios estudiados varios en la mandibula y no encontró diferencias entre individuos de diferente sexo, y los autores más mencionados encontraron valores más altos de la densidad ósea en el sexo masculino.⁵⁸

⁵⁸ João Paulo Mardegan Issa. **Densidad Ósea Bilateral comparativos del ángulo mandibular** . Revista Internacional de Morfología versión en línea ISSN 0717-9502. Int. J. Morphol. v.25 n.2 .Temuco ,junio 2007.

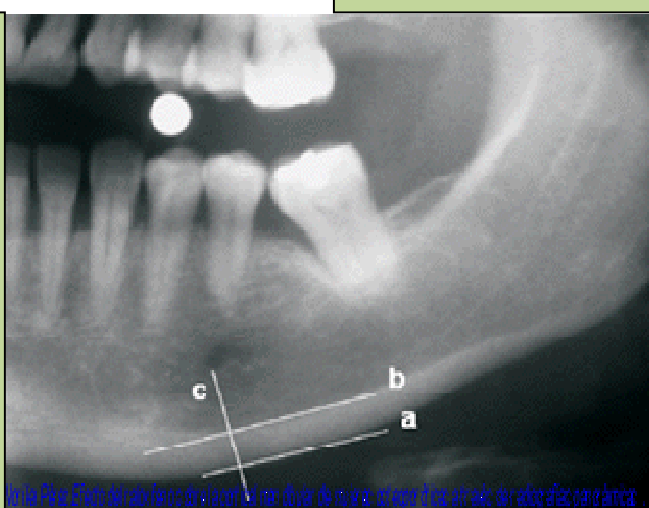
5.3.8 Efecto del raloxifeno sobre la cortical mandibular de mujeres osteoporóticas a través de radiografías panorámicas.

Se estudiaron treinta pacientes del sexo femenino, sin enfermedades óseas metabólicas posmenopáusicas, sin hábito tabáquico, en edades cronológicas comprendidas entre 48 y 66 años, que acudieron a la consulta de gineco-obstetricia en el hospital del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS) Dr. Adolfo Pons y al Instituto de Menopausia, Osteoporosis y Medicina de la Mujer en el edificio de Especialidades Médicas Claret, en la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, durante el periodo Julio-Septiembre de 2007.

Mientras que cuantitativamente se utilizó el índice mentoniano, que permitió medir el ancho de la cortical mandibular, trazando una línea tangencial al borde inferior de la mandíbula, se construyó otra paralela a la anterior, la cual contacta el borde superior de la cortical mandibular, bilateralmente sobre la radiografía panorámica y en el sitio del foramen mentoniano. Posteriormente, se trazó una línea, que paralela al borde inferior del agujero mentoniano, interceptó perpendicularmente las anteriores a lo largo de la cual, el ancho de la cortical mandibular se midió con un vernier (SOMEX). Para la obtención de las líneas y mediciones se colocó un acetato sobre cada radiografía, utilizando para ello un grafito de 0,5 mm de espesor.

Trazado para obtener el índice cortical mandibular.

- a-Línea tangencial al borde inferior de la mandíbula.
- b-Línea paralela a la anterior, la cual contacta el borde superior de la cortical mandibular.
- c-Línea vertical que desciende paralela al borde inferior del agujero mentoniano e intercepta perpendicularmente las anteriores.⁵⁹



Los resultados de esta investigación señalan que un ancho de la cortical inferior a 3 mm se sugiere como valor predictivo para la osteoporosis, asimismo los cambios estructurales en la corteza inferior de la mandíbula, se asociaron con baja masa ósea y que los valores del grupo de mujeres que se le administra terapia antiresortiva con raloxifeno se asemejaron a los valores del grupo de mujeres sanas, lo que evidencia el efecto positivo del raloxifeno sobre la cortical mandibular de la mujer con osteoporosis y que su acción puede ser evaluada a través de radiografías panorámicas.⁵⁹

5.3.9 Conclusiones de los estudios realizados.

Las conclusiones en que coinciden todos estos estudios son:

- Los estudios indican que las radiografías panorámicas pueden ser ayuda importante en el diagnóstico de la osteoporosis en mujeres posmenopáusicas.
- El índice cualitativo mandibular cortical y el contenido visual, que, respectivamente, analiza el grado de resorción y el espesor cortical de la base de la mandíbula inferior, tienen relación con la densidad mineral ósea de la columna vertebral y el fémur proximal en mujeres posmenopáusicas.
- El grosor cortical en la región por debajo del foramen, medida por el alto calibre de precisión, también tiene una correlación positiva con la DMO de la columna lumbar, cuello femoral y el fémur proximal.⁶⁰

⁵⁹ Norika Pérez. **Efecto del raloxifeno sobre la cortical mandibular de mujeres osteoporóticas a través de radiografías panorámicas**. Ciencia Odontológica v.5 n.2 Maracaibo dic. 2008

⁶⁰ Me André Ferreira Leite **Panorámica radiografía - herramienta auxiliar en el diagnóstico de la osteoporosis** Journal of Rheumatology Versión impresa ISSN 0482-5004 Rev. Bras. Reumatol. vol.48 no.4 São Paulo julio / agosto 2008

5.4 UNAM prepara test bucal para identificar la Osteoporosis.

Si el padecimiento es detectado a tiempo sería posible prevenir algunas de sus consecuencias más severas, como las fracturas; además, este proyecto es de bajo costo y gran efectividad

Especialistas del Centro de Física y Tecnología Avanzada de la UNAM, y de la licenciatura en Nutrición y Medicina, e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro —María de los Ángeles Aguilera, Juan Manuel Ruiz, Eduardo Barreira, Daniel Jiménez, Damián Vargas—, así como las investigadoras Patricia Salvatori y Carolina Jiménez, de la licenciatura en Odontología de la Universidad del Valle de México campus Querétaro, trabajan en el desarrollo de un test de bajo costo y gran efectividad que podría detectar la baja densidad mineral ósea a través del periodonto (tejidos que rodean y soportan los dientes, constituidos por encía, cemento dentario, ligamento periodontal y hueso).

La mayoría de las mujeres se dan cuenta que padecen osteoporosis hasta que sufren una fractura, lesión particularmente dolorosa y con largos periodos de recuperación. De detectarse esta deficiencia a tiempo, sería posible prevenir fracturas y complicaciones derivadas, detalló Mario E. Rodríguez García, investigador del CFATA y responsable técnico del proyecto Correlación entre la Densidad Mineral Ósea del Periodonto Obtenida mediante el Análisis de Radiografías Digitales con la Densitometría de Columna, Fémur y Cadera obtenida por DEXA, apoyado con Fondos Mixtos Conacyt y el gobierno de Querétaro.

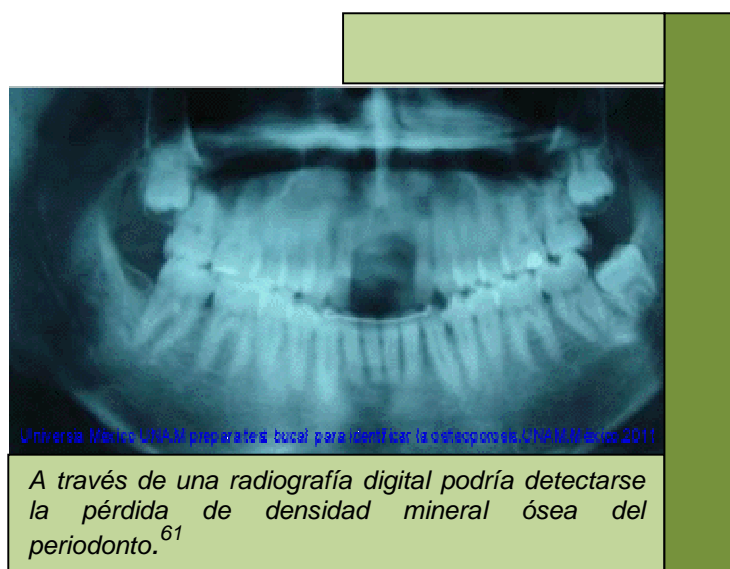
“Usualmente, las pacientes presentan problemas en el periodonto, y con la investigación que desarrollamos buscamos correlacionar el estado de este último con los resultados de densitometrías óseas”.

En México, hay 5.4 millones de mujeres que padecen este mal, que consiste en la pérdida de densidad mineral en los huesos. Conforme transcurren los años, hace que se pongan porosos y frágiles, al igual que las trabéculas —estructuras donde se deposita el calcio. A través de radiografías digitales dentales se determinará la relación entre el estado periodontal y la densitometría ósea.

Al desarrollar el test, el odontólogo sabrá si es necesario que una mujer se practique un estudio más detallado. La prueba consistirá en un cuestionario de consumo de las últimas 24 horas, es decir, un listado nutrimental en el que la paciente indicará los alimentos que ingirió el día anterior, para así evaluar su consumo de calcio, que por lo general, es de 700 miligramos, de los mil miligramos que se recomienda.

Después, se valorará el estado bucal. Se tomarán radiografías digitales para saber cómo está el periodonto y soporte de los dientes, “Las piezas no se caen porque el afectado tenga osteopenia, pero sí acelera la enfermedad periodontal, explicó Rodríguez García. En este momento estamos a la mitad del proyecto; sin embargo, los avances son muchos, pues ya trabajamos en la interpretación de las radiografías.

La disminución de la densidad mineral ósea se observa en todos los huesos del cuerpo y el periodonto no es la excepción. Por tanto, es de esperarse que las pacientes con osteopenia y con Osteoporosis presenten mayor problema que las sanas, reflejándose en un menor número de piezas dentales, señalaron los especialistas.



Para ponerlo en práctica, se requieren sistema odontológico de rayos X, un detector digital de rayos X, un test y odontólogos capacitados para interpretar los resultados. Esto ahorraría tiempo y dinero, y es más sencillo y barato realizar un estudio dental que una densitometría. Este último estudio cuesta entre 600 y 800 pesos, mientras que la radiografía digital, asciende a pocos pesos.

Al concluir esta primera etapa, los resultados deben ser favorables y cualquier odontólogo capacitado debe hacer sus indicaciones con un 70% de confiabilidad.⁶¹

⁶¹ Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM prepara test bucal para identificar la osteoporosis. UNAM.México.2011

Conclusiones.

- La Osteoporosis es una enfermedad, la cual el paciente no sabe que la tiene hasta que sufre una fractura.
- La Ortopantomografía aporta las evidencias suficientes para poder diagnosticar la Osteoporosis, más aún si se realizan estudios de ELISA (marcadores de recambio óseo).
- La Ortopantomografía tiene otros usos importantes como en Australia que ayuda a identificar lesiones arterioescleróticas, o bifurcación muy común en la arteria carótida, y evitar accidentes cerebro vasculares, pues este padecimiento es el tercera causa más frecuente hospitalización entre esta población.
- Se ha observado que la alimentación tiene una gran influencia sobre el metabolismo óseo, en la actualidad se están preocupando por la elaboración de alimentos ricos en calcio y otros nutrientes como es el caso de la soja que debe ser consumida por pacientes diagnosticados con Osteoporosis posmenopáusica.
- Se espera que el Cirujano Dentista, Médicos Generales y Especialistas puedan hacer uso de este método de diagnóstico, que es más económico y ofrece menos cantidad de radiación, lo que es muy útil en pacientes con cáncer, embarazadas y con demás afectaciones.
- Debido al aumento de la población femenina mayor de 50 años de edad en el mundo y la incidencia de fracturas osteoporósicas es necesario detectar tempranamente pacientes con riesgo de fractura y osteoporosis.
- La ortopantomografía puede ser utilizada para la detección de la osteoporosis, para evaluación de su evolución de la enfermedad y para la valoración de los resultados terapéuticos en el paciente.
- Los medios de comunicación se enfocan en la actualidad solo en la detección de Osteoporosis en mujeres, sin embargo se ha visto que ya existe un aumento de hombres con este padecimiento y que en el varón se puede detectar a temprana edad y en la mujer hasta la menopausia, se necesita más difusión como una enfermedad que afecta ambos sexos y cambiar la forma de dar la información.

- El Cirujano Dentista es el que mayor número de radiografías toma por los diversos tratamientos en que las requiere, y el podría detectar más tempranamente los pacientes con Osteoporosis, puesto que, la mayoría de mujeres con Osteoporosis que no saben que la tienen y acuden con el Cirujano Dentista debido a una gran pérdida de órganos dentales.

- ¹ *Zaleske DJ. Embriología y formación del hueso.* En: Netter Ortopedia. Barcelona: Elsevier Masson, 2007.
- ² *Favus MJ. Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism.* Sixth Edition. Barcelona: Medical Trends, 2007.
- ³ Fawcett DW. Tratado de Histología. Madrid: Interamericana McGraw-Hill 1995.
- ⁴ Huss R, Lange C, Weissinger EM, Kolb HJ, Thalmeier K. Evidence of peripheral blood-derived, plastic-adherent CD34(- /low) hematopoietic stem cell clones with mesenchymal stem cell characteristics. *Stem Cells.* 2000.
- ⁵ *Wheater PR, Burkitt HG, Daniels VG. Histología funcional.* 2ª ed. Barcelona: JIMS; 1987.
- ⁶ *Netter FH. Composición y estructura del hueso.* En: Frank. H. Netter. Sistema musculoesquelético. 1ª ed. Barcelona:Masson S.A.; 1990.
- ⁷ *King L, Boyce BF. Regulation of apoptosis in osteoclasts and osteoblastic cells.* *Biochem Biophys Res Commun.* 2005.
- ⁸ Verborgt O, Tatton NA, Majeska RJ, Schaffler MB. Spatial distribution of Bax and Bcl-2 in osteocytes after bone fatigue: **Complementary roles in bone remodeling regulation?** *J Bone Miner Res.* 2002.
- ⁹ *Smith TH, Burger EH, Huyghe JM. A case for strain-induced fluid flow as a regulator of BMU coupling and osteonal alignment.* *J Bone Miner Res.* 2002.
- ¹⁰ *Verborgt O, Tatton NA, Majeska RJ, Schaffler MB. Spatial distribution of Bax and Bcl-2 in osteocytes after bone fatigue: Complementary roles in bone remodeling regulation.* *J Bone Miner Res.* 2002.
- ¹¹ <http://www.manualresidentecot.es/es/bloque-i-estructura-funcion-respuestas-reparadoras/1-tejido-oseo> (1 sep.2011.14hrs).
- ¹² *Magda G/Leidy Mogollón/Antonio Iglesias. Estimación de vitamina D en mujeres con osteopenia y osteoporosis en Cundinamarca Colombia, por medio de extracción de fase sólida, cromatografía líquida en alta resolución.* Nova enero-diciembre vol.1 numero 001.Bogotá Colombia. 2003.
- ¹³ <http://www.nutricion.pro/11-01-2010/sentirse-bien/vitamina-d-en-el-embarazo> (4 Sep.2011 15:30hrs).
- ¹⁴ <http://www.biopsicologia.net/nivel-3-participacion-plastica-y-funcional/8.2.2.-vitamina-d-calciferol.html> (4 Sep.2011.16hrs).

- ¹⁵ <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/fisiologia-animal/Material%20de%20clase/bloque-3-cap-8-tema-5.-hormonas-reguladoras-metabolismo-calcio.pdf> (4 Sep.16:30hrs).
- ¹⁶ <http://osteomalacia.blogspot.com/>(4 Sep.2011.17hrs).
- ¹⁷ http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/8794.htm (4 Sep.2011.18hrs)
- ¹⁸ http://www.intramed.net/sitios/librovirtual1/pdf/librovirtual1_29.pdf (5 Sep.2011.11hr).
- ¹⁹ http://elrincondelamedicinainterna.blogspot.com/2010_09_16_archive.html (5 Sep.2011.12:30hrs).
- ²⁰ <http://www.zometa.com/patient-resources/understanding-hypercalcemia-spanish.jsp?lightbox=global-hcp> (5 Sep.2011.12hrs)
- ²¹ *Mercedes Rodríguez Villafuerte y Arnulfo Martínez Dávalos, El uso de los rayos X en la .medicina.* Instituto de Física, UNAM.1995.
- ²² *Prof. Alejandro R. Padilla Radiografía Panorámica (Técnica)* Cátedra de Radiología Oral y Maxilo-Facial Facultad de Odontología Universidad de Los Andes Mérida-Venezuela.2010.<http://issuu.com/padilla4/docs/tecnicapanoramica.pdf> (8 Sep.2011.12hrs).
- ²³ KODAK DENTAL. **Radiographic panoramic correct.** Hedelfinger Strasse Stuttgart GERMANY.
- ²⁴ *Arthur H. Friedlander, Ida Kreinik Friedlander. Identification of stroke prone patients by panoramic radiography.* Australian Dental Journal.Australia.1998.
- ²⁵ *M. C. Nava- Zarate N. Benítez Cárdenas, Oscar A. Remodelación ósea mandibular en adultos.* Revista ADM.vol LXV No. 4.México.2009.
- ²⁶ *Paul Abbott. Are dental radiographs safe?.* Australia Dental Journal.Australia. 2000.
- ²⁷ *Marino Crispín Aquino Ignacio,* Patricia Avilés Mandujano,María del Rosario Romero Corona,IIJacqueline Bojorge Rodríguez, Vania Pamela Ramírez Gutiérrez. Quantification of the absorbed doses by means of dosimetry thermoluminescent in dental radiology.* Revista Odontológica Mexicana. Vol. 14, Núm. 4 Diciembre .México.2010
- ²⁸ *M. Dolors Estrada, Mireia Espallargues, Laura Sampietro-ColomI, Luís del Río Montse Solà, Alícia Granados. La densitometría ósea.* Agencia de Evaluación de Tecnología Mèdica, Barcelona CETIR Centre Mèdic, Barcelona Junio 1999.

²⁹ *Quirós O., Quirós J.* " **Radiología digital Ventajas, desventajas, implicaciones éticas. Revisión de la literatura.**" Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría "Ortodoncia.ws edición electrónica Agosto 2005.

³⁰ <http://dentalxray.wordpress.com/category/radiovisiografos> (7 Sep.2011.16hrs).

³¹ <http://www.clinicadentalausin.com/medios-tecnicos.php> (7 Sep.2011.14hrs).

³² *M.T. Hermoso de Mendoza.* **Clasificación de la osteoporosis. Factores de riesgo.** Clínica y diagnóstico diferencial. Anales Sis San Navarra v.26 supl.3 Pamplona 2003.

³³ *Kanis JA.* **Assessment of bone mass and osteoporosis.** En: Kanis JA, ed. Osteoporosis. Oxford: Blackwell Science, 1994.

³⁴ <http://www.doctortipdter.com/1333-osteoporosis.html> (22 Sep.2011.13hrs).

³⁵ <http://www.avanzar.com.co/web/osteologia22.pdf> (22 Sep.2011.15hrs).

³⁶ <http://ciencias.jornada.com.mx/noticias/osteoporosis-un-proceso-natural> (22 Sep.2011.16hrs.).

³⁷ *M.T. Hermoso de Mendoza.* **Clasificación de la osteoporosis. Factores de riesgo.** Clínica y diagnóstico diferencial. Anales San Navarra v.26 supl.3 Pamplona 2003.

³⁸ *Lisa L. Demos.* **Water fluoridation, osteoporosis, fractures-recent developments.** Revista Australian dental journal 2001.

³⁹ *Jaller R. JJ.* **Osteoporosis y factores de riesgo en una población masculina latinoamericana.** Revista Colombiana de Reumatología. VOL. 14 No. 2, Junio 2007, pp. 99-105.Colombia 2007.

⁴⁰ *Edgar Cortés Reyes, Astrid T. Bermúdez C., Sandra J. Ortiz G. .* **Osteoporosis,** The American Journal of Medicine. y KANIS. Colombia.1996.

⁴¹ *Elisabetta Guercio Mónaco.***La Osteoporosis y sus efectos sobre la cavidad oral.**Acta odontológica venezolana. Vol. 37 No.2.1999.

⁴² *Paulo Sergio Gomes Enriques y Arao Méndez Pinto Nieto,* **Asociación entre la pérdida dental y la densidad ósea en mujeres posmenopáusicas en Brasil.** Journal of clinical medicine resech. 19 mayo 2011-09-24.

⁴³ *M. Dolors Estrada, Mireia Espallargues, Laura Sampietro-Colo1, Luís del Río, Montse Solà, Alicia Granado. La Densitometría ósea. Agencia de Evaluación de Tecnología Médica, Barcelona.España.1999.*

⁴⁴ <http://www.nutricion.pro/25-11-2008/sentirse-bien/alimentacion-para-prevenir-osteoporosis>(23 Sep.2011.14hrs).

⁴⁵ *Isela Rojas Molina, Elsa Gutiérrez Cortez, Alejandra Rojas, César Ibarra, Adriana Rojas, Ángeles Aguilera, Ángeles Cornejo. Desarrollo de una botana fortificada de tercera generación como alternativa para incrementar la ingestión de calcio en la población mexicana. Revista Metabolismo Óseo y Mineral. México 2011.*

⁴⁶ *Kyoko Taku, Melissa K. Melby, Nobuo Nishi, Toyonori Omori, Mindy S. Kurzer. Soy isoflavones for osteoporosis: An evidence-based approach. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota.USA.2011.*

⁴⁷ <http://sentirmebien.com/salud/osteoporosis-consejos-para-reducir-el-riesgo-de-padecerla/>(23 Sep2011.15hrs).

⁴⁸ *Dra. Patricia Clark, Dr. Fernando Carlos. Primer Estudio Sobre Epidemiología, Costo e Impacto de la Osteoporosis en México. International Osteoporosis foundation. Notas Científicas, Argentina 2010.*

⁴⁹ <http://www.salud.elperiodicodearagon.com>(30 sep 2011 22hrs.)

⁵⁰ *Kyung-Hoe. Fractal analysis of mandibular trabecular bone: optimal tile sizes for the tile continuing method imaging .Science in Dentistry 2011 41:71-8 .<http://isdent.org/Synapse/Data/PDFData/2080ISD/isd-41-71.pdf>(4 Oct 2011 14hrs).*

⁵¹ *Felippe Bevilacqua Prado & Paulo Henrique Ferreira Caria Morphological Comparison Between Brazilian's Mandibles and Populations from Four Continents Int J.MorphoL, 25(2):323-327, 2007. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-95022007000200013&script=sci_art_ext (4 Oct.2011.11hrs).*

⁵² *Akira Taguchi. Validación de Medidas de la Radiografía Dental y panorámica para identificar mujeres posmenopáusicas con osteoporosis vertebral 1 Departamento de Radiología Oral y Maxilofacial, Hospital de la Universidad de Hiroshima, 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, 734-8553 Hiroshima, Japón.2007.*

⁵³ http://forodealejandria.blogspot.com/2010_11_01_archive.html (4 Oct.2011.18hrs).

⁵⁴ *A Taguchi* **Detecting young Japanese adult with undetected low skeletal bone density using panoramic radiographs.** Dentomaxillofacial Radiology (2011) 40, 154–159.

⁵⁵ *Plauto Cristopher* **Estudio Morfodigital del hueso trabecular mandibular en radiografías panorámicas.** int. Joournal Morphol, 25 (4) 2007 pp 875-880.

⁵⁶ *Konstantinos Z.* **Relationship between BMD, dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover in diagnosis of osteoporosis.** Maturitas the European journal menopause 59 2008 226-233.

⁵⁷ *Khojastehpour.* **Eficacy of Panoramic Mandibular Index in Diagnosing Osteoporosis in Women.**Journal of dentistry,Tehran University of Medical Sciences 2009 vol.6 num 1 pp11-15.

⁵⁸ *João Paulo Mardegan Issa.* **Densidad Ósea Bilateral comparativos del ángulo mandíbular.** Revista Internacional de Morfología *versión en línea* ISSN 0717-9502. Int. J. Morphol. v.25 n.2 .Temuco ,junio 2007.

⁵⁹ *Norika Pérez.* **Efecto del raloxifeno sobre la cortical mandíbular de mujeres osteoporóticas a través de radiografías panorámicas .**Ciencia Odontológica v.5 n.2 Maracaibo dic. 2008

⁶⁰ *Me André Ferreira Leite* **Panorámica radiografía - herramienta auxiliar en el diagnóstico de la osteoporosis** Journal of Rheumatology *Versión impresa* ISSN 0482-5004 Rev. Bras. Reumatol. vol.48 no.4 São Paulo julio / agosto 2008

⁶¹ *Gaceta Universidad Nacional Autónoma de México.* **UNAM prepara test bucal para identificar la osteoporosis.**UNAM.México.2011