

“Evaluación del riesgo de osteoporosis mediante la medición del ancho cortical mandibular utilizando la técnica de Wical & Swoope en radiografías panorámicas de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) comprendidas entre 50-90 años en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015 y entre 30-90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala”

Tesis presentada por:

Alberto Silva Linares

Ante el Tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público previo a optar el Título de:

CIRUJANO DENTISTA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2020

“Evaluación del riesgo de osteoporosis mediante la medición del ancho cortical mandibular utilizando la técnica de Wical & Swoope en radiografías panorámicas de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) comprendidas entre 50-90 años en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015 y entre 30-90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala”

Tesis presentada por:

Alberto Silva Linares

Ante el Tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público previo a optar el Título de:

CIRUJANO DENTISTA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2020

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Vocal Segundo:	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Tercero:	
Vocal Cuarto:	Br. Juan Fernando Morales Recinos
Vocal Quinto:	Br. Marbella del Pilar Ríos Chinchilla
Secretario Académico:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Vocal Segundo:	Dra. Marlen Esther Anayansi Melgar Giròn
Vocal Tercero:	Dra. Fernanda Arriola Gallina
Secretario Académico:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Por ser mi guía y darme las fuerzas necesarias para lograr conseguir esta meta. Por darme la sabiduría en cada año transcurrido en la carrera y siempre estar presente en mi vida.

A MI MADRE: Gladys, a la persona que más amo, gracias por tu dedicación, apoyo, esfuerzo, sacrificio, pero sobre todo el amor que me has dado a lo largo de la vida, por darme el mejor ejemplo de perseverancia y trabajo duro, por ser la persona que siempre me motiva a ser la mejor versión de mí. Este logro es tuyo también, ¡Te amo mucho!

A MI PADRE: Alberto, gracias por todo el apoyo incondicional, la ayuda, los consejos y motivación que me has dado, en los buenos y malos momentos, por ser inspiración de éxito y enseñarme que, con determinación, las metas se logran. Celebro este logro nuestro. ¡Te amo padre!

A MIS HERMANOS: Diego, Lucía, Alejandro, Gustavo e Isabel, gracias por el apoyo que me han brindado, la paciencia que me han tenido, el cariño que me han dado, gracias por creer en mí siempre, sin ustedes esta meta no la hubiese logrado. Siempre cuentan conmigo en todos los momentos. ¡Los amo mucho!

**A LA FAMILIA
MARTÍNEZ LINARES:**

A Chichi, Chaly, José, Sara y Sofí; gracias por ser mi segunda familia, les agradezco el siempre tenerme las puertas abiertas en su hogar, su apoyo incondicional, por ser mis pacientes y su cariño infinito hacia mí.

A MIS AMIGOS:

Gracias por todos los momentos buenos e increíbles que hemos compartido, por su valiosa amistad a lo largo de los años, por su apoyo incondicional, gracias a todos ustedes. En especial a Byron, Tetje, Juanfra, Dany, Erick, Laura, Julio, Diego, Tello, Silvia, Rolando, Serech, Leslie, Argueta y Andrea. Su amistad significa mucho para mí.

**A MIS COMPAÑEROS
DE TESIS:**

A Daniel Aguilar y Julio López, gracias por su colaboración, esfuerzo y compromiso al momento de realizar nuestra investigación, por aceptar y completar este reto. Lo logramos.

**A MIS
CATEDRÁTICOS:**

Quienes me brindaron sus conocimientos y me facilitaron el aprendizaje a lo largo de mi carrera profesional. Gracias por ayudar a forjar el profesional que hoy soy.

**A LA FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA Y A
LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE
GUATEMALA:**

A mi querida casa de estudios y Alma Máter, gracias por darme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa institución y regalarme esta magnífica profesión.

TESIS QUE DEDICO

A MI CASA DE ESTUDIOS

La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Odontología por abrirme las puertas y darme la oportunidad de estudiar mi carrera de pregrado

A MI FAMILIA

Por apoyarme a lo largo de la realización y culminación de esta investigación.

A MIS ASESORAS Y CATEDRATICO

Dra. Carmen Morales y Dra. Marlene Melgar por la disposición y el tiempo dedicado a lo largo de la investigación. Al Dr. Leonel Roldán, por su ayuda durante la investigación.

A GUATEMALA

País al cual me comprometo a mejorar

HONORABLE TRIBULAN EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis intitulado:

“Evaluación del riesgo de osteoporosis mediante la medición del ancho cortical mandibular utilizando la técnica de Wical & Swoope en radiografías panorámicas de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) comprendidas entre 50-90 años en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015 y entre 30-90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala”

Conforme lo demandan los Estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el Título de:

CIRUJANO DENTISTA

ÍNDICE

CONTENIDO	
SUMARIO	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
JUSTIFICACIÓN	8
MARCO TEÓRICO	9
1. RADIOLOGÍA	9
2. RADIOLOGÍA DIAGNÓSTICA	10
3. IMAGEN DIGITAL EN RADIOLOGÍA	12
4. RADIOGRAFÍA PANORÁMICA	15
5. ANATOMÍA DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA	22
6. DETECCIÓN DE ENFERMEDADES SISTÉMICAS POR MEDIO DE PANORÁMICAS	26
7. OSTEOPOROSIS	26
8. ÍNDICES MORFOMÉTRICOS Y SU RELACIÓN CON LA OSTEOPOROSIS	36
9. ÍNDICE DEL ANCHO CORTICAL MENTONIANO (MCW)	39
10. OSTEOPOROSIS EN LA ODONTOLOGÍA	41
11. PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES EN PACIENTES CON OSTEOPOROSIS	43
OBJETIVOS	45
VARIABLES	46
METODOLOGÍA	47
RESULTADOS	50
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
LIMITACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO	68

SUMARIO

La osteoporosis es una patología que se desarrolla en la totalidad del esqueleto, no importando la raza, sexo o edad; caracterizada por la disminución de la masa ósea y su deterioro, aumentando el riesgo de fractura. Se ha asociado a personas mayores debido a que hay un aumento en la fragilidad ósea. Las mujeres, luego de la menopausia, presentan una pérdida de hueso pronunciada debido a la disminución de los niveles de estrógeno.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el riesgo de osteoporosis utilizando radiografías panorámicas de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, comprendidas entre 50-90 años en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015 y entre 30-90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017, mediante la técnica de Wical & Swoope.

El estudio estuvo conformado por 471 radiografías panorámicas realizadas a pacientes mujeres, y que cumplieron con los criterios de inclusión de la investigación, se realizó la medición del ancho cortical mandibular (MCW), mediante la técnica de Wical & Swoope, la cual utiliza el agujero mentoniano bilateralmente para trazar una línea paralela al cuerpo de la mandíbula, determinando con esta línea la distancia en milímetros (mm) correspondiente a la densidad ósea. La investigación demostró que existe una distancia promedio del ancho cortical mandibular (MCW) de 4.25 mm (debajo de 3 mm se considera un paciente de alto riesgo de padecer osteoporosis) y una desviación estándar de +/- 1.28 mm. El 86% de la población tiene bajo riesgo de padecer osteoporosis. Se determinó por medio de la prueba Kruskal-Wallis que hay diferencia significativa en el promedio del MCW de cada estado dental. Las pacientes edéntulas poseen un alto riesgo de padecer osteoporosis, con un 30% de esta población. Se concluyó que el 14% de la población en estudio tiene un riesgo alto de padecer osteoporosis equivalente a un total de 65 pacientes, distribuyéndose de ese total, el 62% (40) de los pacientes, en el rango de 59-78 años.

INTRODUCCIÓN

En la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se atienden pacientes que requieren tratamientos odontológicos de manera integral, por lo que el estudio pretendió identificar el riesgo de las pacientes a padecer o desarrollar alguna condición sistémica, como la osteoporosis. Los pacientes que la presentan, necesitan un proceso de planeación y ejecución al tratamiento odontológico que incluya las referencias a médicos especialistas, con el fin de evitar complicaciones durante los procedimientos a los que sean sometidos.

La osteoporosis, de acuerdo con el Instituto Nacional de Artritis y Enfermedades Músculo Esqueléticas y de Piel, es definida como una enfermedad esquelética sistémica, caracterizándose por una densidad de la masa ósea baja y deterioro en la micro-arquitectura del tejido óseo, aumentando la fragilidad ósea y susceptibilidad a fracturas (3).

Siendo un problema de salud pública en el mundo, la OMS la califica como una epidemia intolerable, debido a que puede presentarse a cualquier edad y es una de las diez principales enfermedades de hoy (10).

De acuerdo con Souki, N. (2011), existen varios métodos auxiliares para determinar el riesgo de padecer osteoporosis, uno de ellos, es el índice mentoniano que utiliza radiografías panorámicas para determinar el ancho cortical mandibular (36).

Para poder determinar el riesgo de las pacientes atendidas en la clínica de la Facultad a padecer osteoporosis, se utilizó el método de Wical y Swoope en radiografías panorámicas, por ser una técnica útil y válida para la identificación del riesgo en los pacientes de padecer esta enfermedad (7, 10).

ANTECEDENTES

La osteoporosis es definida como "una enfermedad esquelética sistémica", caracterizada por una baja masa ósea y su deterioro, aumentando el riesgo de fractura. (Instituto Nacional de Artritis y Enfermedades Músculo Esqueléticas y de piel, 1991) (3).

Así mismo, constituye un problema de salud pública en todo el mundo, debido a que esta entidad puede presentarse a cualquier edad, encontrándose generalmente asociado al envejecimiento. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la ha calificado como epidemia intolerable debido a que es una de las diez principales enfermedades de hoy. Y aunque puede ser mortal, la osteoporosis se toma a menudo, muy a la ligera. John Kanis expresa que: "La osteoporosis es un grave problema de salud pública con impacto médico y económico. Si bien ha habido numerosos avances en el manejo de esta enfermedad en los últimos 10 años, aún existen vacíos importantes en torno a la asistencia médica" (10).

La entidad denominada osteoporosis senil se desarrolla en la totalidad del esqueleto, en cualquier raza o sexo, caracterizándose por una mayor pérdida de masa ósea que la provocada por los cambios normales que produce la edad en el hueso. La masa ósea en las mujeres continúa incrementándose a lo largo de la vida y alcanza su pico máximo alrededor de los 35 años de edad, presentando pérdida de hueso pronunciada durante los 3 a 4 años después de la menopausia, debido a la disminución de los niveles de estrógeno, con un rango de pérdida anual de 2.5%; de ahí en adelante el rango desciende 0.75% anual por lo que resta de vida a la mujer. Detectar a mujeres con mayor riesgo de osteoporosis permite actuar de manera preventiva (10, 19, 31).

Lugoni, M. (2001), describe que la resistencia ósea refleja fundamentalmente la unión de densidad y calidad del hueso. Pretendiendo integrar aquellos factores ajenos a la masa ósea que condicionan la fragilidad del hueso, tales como: menopausia prematura, tabaquismo, antecedentes familiares de osteoporosis, nutrición, entre otros (19).

La identificación de la baja densidad mineral ósea (DMO) en cualquier sitio del esqueleto, a través de la densitometría, es una estrategia común para predecir el futuro riesgo de fractura osteoporótica. Los estudios recientes indican que los marcadores bioquímicos de recambio óseo, por sí solo o en combinaciones con la DMO, pueden también ser útiles para predecir la futura pérdida de hueso y riesgo de fractura en mujeres de edad avanzada (23).

El ancho cortical mandibular ha sido útil en varios estudios para la evaluación de baja densidad mineral ósea, no sólo con fines diagnósticos sino para identificar el riesgo de pérdida de masa ósea. Kim et al, han llegado a la conclusión que el grosor y la forma de la cortical mandibular refleja de una forma fiable la condición sistémica asociada con la pérdida de masa ósea. Para poder obtener este dato puede hallarse por medio de diferentes índices o técnicas (32).

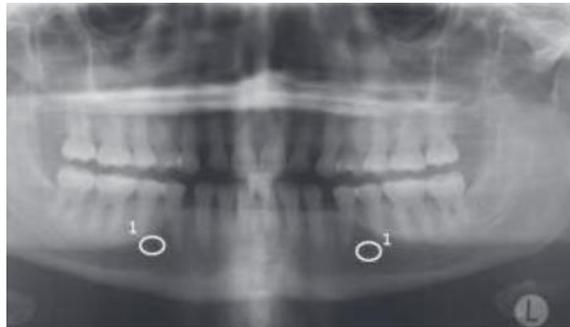
Franco, E. (2016) describió que, de febrero a septiembre del 2014, las pacientes comprendidas entre 30 – 50 años en la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, fueron evaluadas mediante la técnica de Wical y Swoope; de las 53 radiografías analizadas, el 9.53% presentó alto riesgo de padecer osteoporosis, a pesar de que el promedio general representó 3.94 mm (bajo riesgo) de ancho cortical mandibular; sin embargo, no determina un promedio del porcentaje de alto riesgo (10).

Ramírez, C. (2018) evaluó el mismo rango de edad del 2015, en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presentando un promedio de 4.86 mm del ancho cortical mandibular, siendo de bajo riesgo de padecer osteoporosis, el dato fue más representativo en un rango de edad 30 – 35 años (31).

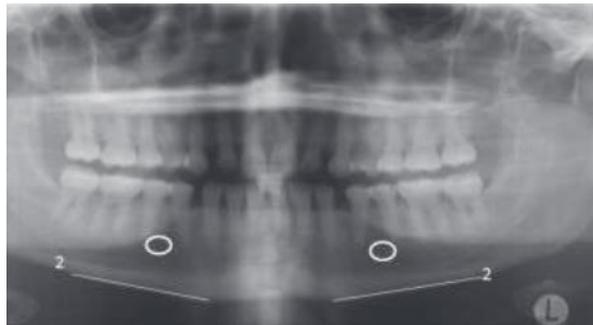
La técnica de Wical & Swoope (1974) utiliza el área de premolares inferiores, tomando como referencia el foramen mentoniano debido al efecto de sobre proyección de estructuras radiográficas y la magnificación que ocurre en la toma de radiografías panorámicas. Esta técnica consiste en: diseño del foramen mentoniano, trazado de línea paralela al cuerpo mandibular, trazado de línea perpendicular a la paralela anterior que se proyecta a partir del

margen inferior del foramen mentoniano hasta el margen mandibular y trazado de línea paralela a la perpendicular anterior que determine en milímetros (mm) la densidad de la cortical. Es una técnica, cuyo índice, ha sido utilizado en mujeres caucásicas y latinas, como brasileñas, venezolanas y otras, en etapas menopaúsicas y/o postmenopáusicas (10, 31, 36). El procedimiento de la técnica es el siguiente:

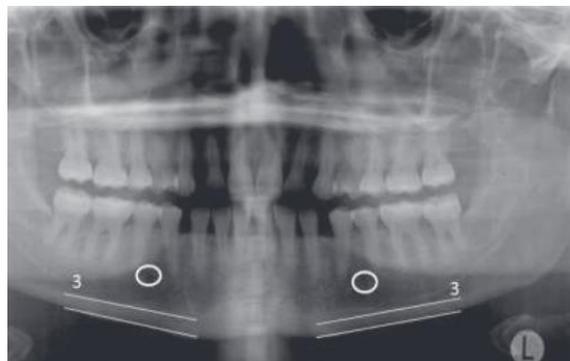
- Localización del foramen mentoniano.



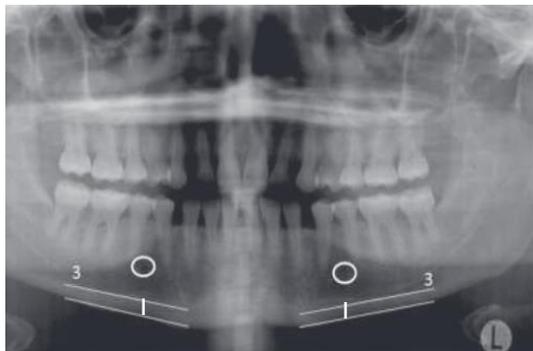
- Línea tangencial al borde inferior del cuerpo mandibular.



- Trazado de línea paralela a la línea del cuerpo mandibular.



- Línea vertical que desciende paralela al borde inferior del agujero mentoniano e intercepta perpendicularmente las anteriores y determinar en milímetros (mm) el MCW.



El MCW se debe obtener del lado derecho y del izquierdo, para posteriormente calcular su valor medio. Se recomienda realizar el cálculo en radiografías digitales por el alto contraste de las imágenes, facilitando la interpretación (32, 36).

Se ha determinado que un grosor de la anchura cortical mandibular de 3 mm, representa el límite más apropiado compatible con una densitometría ósea normal; una medición inferior a los 3 mm permite categorizar como paciente de alto riesgo para el desarrollo de osteoporosis y remitirlos al médico general o internista, quien podrá considerar la probabilidad que el paciente presente osteoporosis, siendo necesario confirmar este diagnóstico con densitometría ósea.

Winck et al, concluye que el índice mentoniano es útil para identificar la pérdida de masa ósea (10, 31, 37, 40).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La osteoporosis es una entidad que se desarrollan en la totalidad del esqueleto, en cualquier raza o sexo; caracterizada por una mayor pérdida de masa ósea. Las mujeres presentan más a menudo este problema, debido a una pérdida ósea pronunciada durante los 3 a 4 años después de la menopausia, por la disminución de los niveles de estrógeno (10, 31).

El riesgo de padecer osteoporosis puede ser determinado en el uso de diferentes técnicas, tal como la de Wical y Swoope, midiendo el ancho cortical mandibular valorando la baja densidad ósea (3, 12, 19).

Las pacientes que asisten a la clínica de la Facultad muchas veces necesitan procedimientos invasivos, como exodoncias y cirugías. La osteoporosis puede ser, en algunos casos, un coadyuvante al presentar complicaciones a dichos procedimientos, por lo tanto, se debe implementar un instrumento al diagnóstico para identificar el riesgo de padecer esta enfermedad para poder realizar las interconsultas médicas pertinentes.

Por el problema que representa esta enfermedad, esta investigación pretendió responder la siguiente interrogante de investigación:

¿Cuál era el riesgo de padecer osteoporosis de las pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) comprendidas entre 50-90 años en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015 y entre 30-90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017, que fueron atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, mediante la medición del ancho cortical mandibular utilizando la técnica de Wical & Swoope en radiografías panorámicas?

JUSTIFICACIÓN

Franco, E. (2016) y Ramírez, C. (2018), en el estudio que realizaron en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, evaluaron el riesgo de desarrollar osteoporosis utilizando el método de Wical y Swoope; sin embargo, a nivel nacional no existen estudios que hayan utilizado el ancho cortical mandibular como método de diagnóstico (10, 31).

La radiografía panorámica que es realizada en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala permite al operador tener una imagen radiológica de las estructuras dentales y óseas de cabeza y cuello. La importancia de este trabajo radica en el uso de la técnica de Wical & Swoope midiendo la densidad mineral ósea (DMO) observadas en las radiografías panorámicas, siendo de utilidad como un método de diagnóstico temprano en el padecimiento de osteoporosis. Esto con el fin de mejorar el manejo y control sobre el paciente durante el tratamiento clínico odontológico (15, 18, 19).

Esta patología es común a nivel mundial y al mismo tiempo ignorada, debido a que no presenta algún tipo de signo y/o síntoma hasta que se manifiestan fracturas o alguna deformación ósea. Por tal razón, la identificación de la prevalencia de osteoporosis en las pacientes mujeres que se encontraban bajo tratamiento en la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala es de suma importancia para brindar un correcto manejo y tratamiento de manera integral (5, 20, 22, 25, 28).

MARCO TEÓRICO

1. RADIOLOGÍA

Es la rama de las ciencias médicas (incluyendo Odontología) que estudia uso de la energía de radiación aplicados con la finalidad de identificar anomalías que expliquen los síntomas como parte del proceso del diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades, basados en dos principios que son la radiactividad y la radiación (2, 11).

1.1. *Radiación*

La radiación se describe como el proceso de transmisión de energía a través del espacio por medio de ondas, las cuales constan de átomos y partículas subatómicas que tienen masa y viajan a altas velocidades para transmitir su energía cinética. Las partículas que se transmiten tienen características comunes; sin embargo, la radiación suele producirse predominantemente en una de las dos formas: ionizante y no ionizante (2, 7).

La radiación ionizante corresponde a las radiaciones de mayor energía y menor longitud de onda, siendo capaz de producir iones al quitar o agregar un electrón a un átomo dentro del espectro electromagnético, tiene energía suficiente como para arrancar electrones de los átomos con los que interactúan, es decir, para producir ionizaciones. Esta tiene propiedades penetrantes y se divide en dos grupos: radiación de partículas y radiación electromagnética (7, 12).

Los rayos X se describen como de alta energía al ser parte de la radiación ionizante ya que tienen las propiedades de ambas ondas y partículas, con paquetes de fotones sin una carga eléctrica. Estas viajan en ondas con una frecuencia específica a la velocidad de la luz. Los fotones de rayos X interactúan con los materiales que penetran y causan ionización (7, 12).

La radiología, en sus vertientes diagnóstica y terapéutica, emplea radiaciones ionizantes (rayos alfa, beta, gamma y rayos X) (5, 7).

2. RADIOLOGÍA DIAGNÓSTICA

Subespecialidad de la radiología que estudia la estructura anatómica de los tejidos normales y de los tejidos alterados por distintas enfermedades, a través de una placa que produce imágenes estáticas denominadas “radiografía o placa de rayos X”. Las múltiples tomas de imágenes transversales de un sector específico, las cuales son dinámicas se denominan “tomografía”; este es un procedimiento no invasivo. La gran mayoría de las imágenes se obtienen exponiendo la región corporal o la región anatómica que se quiere analizar a un haz de rayos X (1, 12, 29).

Los tejidos blandos son invisibles con las técnicas radiológicas convencionales, estos se pueden exponer en una imagen radiográfica con el uso de unas sustancias opacas a la radiación denominadas medios de contraste, siendo su vía de administración por medios orales, inhalados o por inyecciones, se obtiene una mejor definición de la estructura que se forma de la lesión que se desea estudiar. Entre las más comunes se tienen las gastrointestinales, colon, mielografía, angiografía, etc. (1, 12, 31).

La utilización de radiaciones ionizantes para la valoración de las enfermedades debe seguir un planteamiento similar a la utilización de los medicamentos para su tratamiento. La utilización de la radiografía se debe de aplicar en situaciones clínicas indicadas. Aunque existe un riesgo potencial a desarrollar efectos adversos por la pequeña dosis de radiación que recibe el paciente en la exploración radiográfica, no hay pruebas objetivas de que esta exposición, cuando la prueba ha sido correctamente indicada y ha sido realizada por personal calificado, tenga efectos adversos sobre la salud (30, 31).

2.1. *Efectos biológicos de la radiación*

En la radiografía de diagnóstico, algunos rayos X son absorbidos por los tejidos del paciente, provocando cambios químicos, debido a que pasan a través de los tejidos y alcanzan la película radiográfica dental resultando un daño biológico: La radiación transfiere energía a las moléculas de las células que conforman los tejidos. Como resultado de esta interacción, las funciones de las células pueden deteriorarse de forma temporal o permanente y ocasionar incluso su muerte. La gravedad de la lesión depende del tipo de radiación, la dosis absorbida, la velocidad de absorción y la sensibilidad del tejido frente a la radiación. Son posibles dos mecanismos específicos en la lesión por la radiación: ionización y radicales libres (4, 9, 12, 29).

Existen dos teorías que se utilizan para describir cómo las radiaciones dañan los tejidos biológicos: La teoría directa y la indirecta. *La teoría directa* se refiere a la lesión por radiación que resulta del daño a la célula cuando la radiación golpea directamente a las áreas críticas de la célula, casi ocurren infrecuentemente debido a que la mayoría de las veces los fotones de los rayos X pasan a través de la célula y causan poco o ningún daño. En cambio, la *teoría indirecta* sugiere que los fotones de los rayos X son absorbidos dentro de la célula y causan la formación de toxinas, que alternadamente, dañan la célula; estas lesiones son las que ocurren con mayor frecuencia debido al contenido de agua de las células. Son grandes las oportunidades para la formación de radicales libres y de las lesiones indirectas porque las células son agua en un 70% a un 80% (4, 9, 12, 29, 30).

2.2. *Efectos a corto plazo y a largo plazo*

Los efectos de la radiación se pueden clasificar como efectos a corto plazo o a largo plazo. Tras el período donde los efectos de las radiaciones sobre el tejido pueden originar cambios morfológicos, producir mutaciones, retardar la división celular, originar división celular anormal, inhibición total de la división celular y muerte celular; a este período desde que se recibe la radiación hasta que aparece el daño, que puede ser horas, días, semanas, meses incluso años, se le denomina período de latencia o latente, los efectos que se ven en cuestión de minutos, días o semanas se denominan “a corto plazo” y se asocian a grandes cantidades de radiación absorbida en un tiempo corto, este tipo de efecto no es aplicable en la Odontología (30, 31).

Los efectos a largo plazo son los que aparecen después de años, décadas o generaciones, se asocian a pequeñas cantidades de radiación absorbida repetidamente durante un largo período. Este tipo de efecto es el que se aplica a la Odontología (Oncología) (31).

Los efectos nocivos que causan las radiaciones pueden ser locales y generales. Los *efectos locales* se manifiestan con una dermatitis que comienza con un resacamamiento de la piel, descamación de la piel, ulceraciones, necrosis y pudiendo llegar al cáncer; también puede producir alopecia temporal o permanente. Dentro de los *efectos generales* que puede producir la radiación se encuentran aborto o esterilidad, anemia que puede llegar hasta la leucemia y otros (30).

3. IMAGEN DIGITAL EN RADIOLOGÍA

La radiografía digital fue introducida por Fuji en 1981, con el primer sistema comercial de radiografía computarizada. Este se caracteriza por ser un sistema de diagnóstico mediante imágenes digitalizadas que utiliza un sensor especial en lugar de la película convencional sensible a los rayos X (11, 36).

La radiología digital ha tenido un desarrollo constante desde su incorporación. El continuo avance de las tecnologías en las que se sustenta ha dotado a estos sistemas de interesantes prestaciones que pueden facilitar el diagnóstico y manejo de imágenes radiográficas. Con los avances la radiología digital ha aumentado su utilización con los profesionales de la Odontología; en los últimos años ha aumentado notoriamente, tanto la cantidad de sistemas comercializados como el número de odontólogos que han decidido sustituir la radiología convencional por un sistema digital en sus clínicas (1, 10, 29).

La introducción y utilización de la imagen digital es una técnica utilizada para grabar imágenes radiográficas, en la cual no se utiliza película o procesamiento químico. En su lugar, la proyección de la imagen digital utiliza un sensor electrónico, que produce imágenes radiográficas casi instantáneamente en un monitor de computador. En la actualidad estos avances han simplificado la manipulación de las radiografías aportando mayor practicidad en la atención al paciente (1, 11, 29).

El propósito y uso de la proyección de la imagen digital es generar imágenes que se puedan utilizar en la evaluación de diferentes sistemas en el cuerpo y en el diagnóstico de enfermedades. Las imágenes producidas son diagnósticamente equivalentes a la película basada en imágenes, permite que el radiólogo dental pueda identificar muchas condiciones que de otra forma no se detectarían, así como para ver las condiciones que no pueden ser identificadas clínicamente. La proyección de la imagen digital permite al radiólogo obtener una gran cantidad de información acerca de los dientes y las estructuras de apoyo (10, 12, 29, 36).

Usos de la proyección de la imagen digital:

- Detectar lesiones, enfermedades y condiciones de los dientes y las estructuras circundantes, para confirmar o clasificar la sospecha de enfermedad.

- Proporcionar información durante los procedimientos dentales, así como los cambios secundarios de la caries, enfermedad periodontal o traumatismo.
- Evaluar el crecimiento y desarrollo.
- Documentar la condición de un paciente en un punto específico en el tiempo (1, 12, 16).

El sistema de proyección de la imagen digital consta de los siguientes elementos:

- Generador de rayos X.
- Captador de radiación.
- Unidad de producción de imágenes y monitor.
- Impresora (1, 12, 16).

3.1. Radiología digital directa

Emplea como receptor de rayos X un captador rígido conectado a un cable a través del cual la información captada por el receptor es enviada al ordenador. Se le ha denominado directa, porque no requiere ningún tipo de escaneado tras la exposición a los rayos X, debido a que el propio sistema realiza automáticamente el proceso informático y la obtención de la imagen (2, 18, 31, 37).

Este tipo de radiología digital funciona con sensores fotosensibles similares a los de las cámaras fotográficas digitales, debido a que estos sensores se estimulan con luz y se deterioran al ser expuestos a rayos X. El receptor o captador de estos sistemas consta de otros dos componentes, además del sensor: la primera capa, el escintilador, se encarga de transformar los rayos X en luz, en donde una pequeña cantidad de radiación atraviesa el escintilador sin ser convertida en luz, por lo que una segunda capa compuesta por fibra óptica u otros materiales evita la penetración de los rayos X hasta el sensor, y por tanto su deterioro (1, 32).

3.2. *Radiología digital indirecta*

Emplea placas de aspecto similar a las películas radiográficas convencionales pero compuestas por una emulsión cristalina de fluorohialuro de bario enriquecido con europio. Esta emulsión es sensible a la radiación. Los rayos X provocan la excitación y liberación de un electrón del europio, que es captado por una vacante halógena del fósforo de almacenamiento, estas vacantes electrónicas y los electrones captados se recombinan y causan luminiscencia, convirtiendo los rayos X en energía latente almacenada; luego un láser de helio-neón estimula la luminiscencia de la placa, liberando los electrones atrapados, los cuales se recombinan con las vacantes del europio. La energía, en forma de luz, es captada por un tubo fotomultiplicador y transformada en señal eléctrica. Finalmente, la señal resultante es convertida en digital mediante un conversor analógico-digital, que determina el número máximo de tonos de gris (1, 30, 36).

3.3. *Ventajas de la radiografía digital*

- Facilitación de la detección de patologías, lo cual conlleva a la educación y aclaración con el paciente, además, la ayuda de diferentes herramientas como el contraste, el brillo, sombras que permiten a la imagen ser más clara a la visión de cualquiera.
- La inmediatez y rapidez para observar la imagen radiográfica es una ventaja clínica importante en muchos procedimientos dentales, además, se le ahorra al paciente un costo extra de buscar un centro de radiación para la toma de la radiografía.
- La reducción de radiación con los sistemas digitales en comparación con la radiación con las radiografías convencionales, la cual puede ser hasta de un 70 u 80%, lo cual ayuda al paciente como al operador a disminuir riesgos biológicos.
- Ausencia del proceso de revelado, disminuyendo el costo entre líquidos de revelado y tener un cuarto especial para el revelado de las películas radiográficas.
- La radiografía digital permite al odontólogo aumentar el tamaño, colocar porciones de color para subrayar o sobreponer textos o imágenes, además de poder crear carpetas para los pacientes y tener un fácil acceso a ellas.

- Actualmente una de las ventajas de la radiografía digital es la posibilidad de enviar imágenes radiográficas rápidamente, por correo electrónico o incorporándolas a páginas web en caso que el paciente se marcha a otro país, departamento (1, 16, 12).

3.4. *Desventajas de la radiografía digital*

- El costo de los aparatos para la radiografía digital es muy alto y solo ciertas casas comerciales lo ofrecen.
- Costo elevado de computadoras para poder enseñar la radiografía digital, así como del software a utilizar.
- Fragilidad de los sensores.
- Costo de convertir los registros previos a formato digital.
- Gasto en fundas plásticas para evitar la contaminación cruzada.
- El odontólogo requiere un período de entrenamiento en el manejo del cable que interfiere la manipulación dentro de la boca del paciente en la radiografía digital directa (1, 16, 12).

4. RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

Para obtener un diagnóstico adecuado no solo se necesitará de imágenes intraorales individuales, se utilizará una radiografía panorámica para poder observar correctamente terceros molares impactados, las fracturas de los maxilares, y las grandes lesiones de la mandíbula posterior, lo cual permite ver un área extensa del maxilar y de la mandíbula en una sola proyección (31, 36).

Desde hace más de treinta años la radiografía panorámica ha sido objeto de investigaciones, se tienen indicios que en 1,933 el Doctor japonés Hisatugu Numata propuso el método de rotación en la toma de radiografías panorámicas. El Dr. Numata al siguiente año experimentó por primera vez este método, colocando una película curvada en la cara lingual de los dientes y haciendo uso de un haz de rayos X estrecho, el cual hizo girar alrededor de las mandíbulas del paciente para exponer la película (11, 16).

Luego, en el año 1948, el Dr. Ott en Berna, Suiza; obtuvo la primera imagen total de los dientes en un solo examen fotográfico. Doce años más tarde, en 1946 Yrjö Veli Paatero del Instituto de Odontología de Finlandia, propuso un método seccionado de radiografía panorámica tratando de imitar la técnica de Numata. Luego de un largo período de experimentación con un haz que pasaba por una ranura, intensificación de pantallas y técnicas de rotación, en 1949 crea la técnica Pantomográfica (que es una contracción de las palabras panorámica y tomografía); por lo que se le consideró el *padre de las radiografías panorámicas*. Paatero se asoció con Robert Nelsen y John Kumpula en 1950 y desarrollaron los primeros aparatos panorámicos automáticos; luego en 1960 White y compañía comercializaron la primera máquina de vista plana llamada Panorex y en 1968 se estableció La Asociación Internacional de Radiología Dento-Maxilofacial (10, 11, 16, 32).

4.1. Principios y generalidades

La radiografía panorámica es una técnica radiológica extraoral utilizada en Odontología que proporciona al operador una imagen bidimensional de las regiones dentoalveolar del maxilar superior y cuerpo, ramas y región dentoalveolar de la mandíbula y sus estructuras adyacentes de interés. Esta es una herramienta complementaria de información radiográfica para un mejor diagnóstico de lo observado en radiografías periapicales o interproximales. La radiografía panorámica se utiliza generalmente para evaluar terceras molares, dientes impactados, patrones de erupción, crecimiento y desarrollo, detectar enfermedades, lesiones y trastornos de los maxilares, examinar la extensión de lesiones grandes y evaluar traumatismos; todo esto para poder tener un mejor diagnóstico y darle una correcta información al paciente (1, 12, 16).

4.2. Fundamentos de las radiografías panorámicas

En la radiografía panorámica la interacción del tubo de rayos X y la placa o película es dinámica, ya que el tubo gira alrededor de la cabeza del paciente en una dirección, mientras que la película lo hace en la dirección opuesta; esta interacción genera una imagen mediante un proceso conocido como tomografía (12, 16).

El punto de pivote o eje en el cual gira la placa y la cabeza del tubo se llama centro de rotación, el número y la localización de los centros de rotaciones es diferente según el diseño del aparato. En todos los casos el centro de rotación cambia al girar la cabeza del tubo y la película alrededor del paciente; este cambio de rotación permite que la imagen en capas se adapte a la forma elíptica de las arcadas dentales. La localización y el número de centros rotacionales influyen en el tamaño y la forma del conducto focal (16, 31).

El conducto focal es un concepto para determinar dónde colocar las arcadas dentales para obtener una imagen más clara, puede definirse como una zona curva tridimensional en la que se observa con claridad las estructuras en una radiografía panorámica. El tamaño y la forma del conducto focal varían con el fabricante de la unidad de rayos X panorámica; mientras más cerca está el centro de rotación a los dientes, más estrecho será el conducto focal, por lo que es común que en la región anterior sea más estrecho y en posterior más amplio (16, 31, 36).

Cada unidad de rayos X panorámica tienen un conducto focal diseñado para acomodarse al maxilar promedio; todos los fabricantes proporcionan indicaciones específicas acerca de la colocación del paciente para asegurar que los dientes se encuentran dentro del conducto focal, y así mismo, la calidad de la imagen (16, 31).

4.3. *Equipo de panorámicas*

El equipo en la radiografía panorámica es especial, ya que consta de una unidad panorámica de rayos X, películas de pantalla, pantallas intensificadoras y cartucho o estuche, estos equipos son diferentes según el fabricante, pero todos tienen componentes similares, los principales son:

- **La cabeza del tubo de rayos X:** el cual posee un filamento utilizado para liberar electrones y un blanco para generar los rayos X (12, 16, 31).
- **El posicionador de cabeza:** sirve para alinear los dientes del paciente en el conducto focal con la mayor exactitud posible (12, 16, 31).
- **Factores de exposición:** estos son determinados por el fabricante, los controles de mili amperaje y kilo voltaje son ajustables de acuerdo con el

tamaño del paciente, sin embargo, el tiempo de exposición es fijo y no se puede cambiar (12, 16, 31).

- **Película de pantalla:** la cual es sensible a la luz emitida por las pantallas intensificadoras. Cuando esta queda expuesta a los rayos X, las pantallas convierten la energía de las radiaciones en luz, que a su vez expone la película de la pantalla, las cuales son sensibles a colores específicos de luz fluorescentes (12, 16, 31).
- **Pantallas intensificadoras:** son aditamentos que convierten la energía de los rayos X en luz visible a la cual se expone la película con pantallas, aumentan el efecto de los rayos X sobre la película. Existen dos tipos básicos de pantallas intensificadoras: *tungstato de calcio* y *tierras raras*; se recomienda por su velocidad las de tierras raras (12, 16, 31).
- **Estuche:** es un aditamento que se utiliza para sostener la película y las pantallas intensificadoras, puede ser rígido o flexible, curvo o recto, dependiendo de la unidad de rayos X. Todos los estuches deben ser a prueba de luz para proteger la película contra la exposición (12, 16, 31).

Los componentes anteriormente descritos son comunes en equipos convencionales, las imágenes digitales de forma indirecta se registran mediante una película radiográfica compuesta por una emulsión cristalina de fluorohialuro de bario enriquecido con europio que luego es escaneada para su visualización en sistemas operativos específicos (1, 12, 16, 31).

4.4. Técnica y procedimiento

El procedimiento para la toma de una película panorámica incluye la preparación del equipo y del paciente. Es necesario recordar, durante esta interacción, los principios bioéticos, los procedimientos de control de infecciones y seguir las instrucciones de protección radiológica dadas por el operador correspondiente (12, 31).

4.4.1. Preparación del equipo

- El armazón que contiene la película o la placa de fosforo debe quedar insertado en un soporte acoplado.
- El operador debe colocarse las barreras de protección necesarias para la toma de la radiografía.
- Cubrir el bloque de mordida con un cubreobjetos de plástico desechable. Si el bloque de mordida no se cubre con un material impermeable, este debe ser esterilizado entre los pacientes.
- Establecer los factores de exposición de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Ajustar el aparato para acomodarse a la altura del paciente y alinear todas las partes móviles de manera adecuada. Muchos de los equipos panorámicos actuales poseen haces luminosos que al encenderse deben acodarse en el rostro del paciente buscando el plano medio sagital y plano de Frankfort (12, 16).

4.4.2. Preparación del paciente

- Explicar al paciente el procedimiento radiográfico que se llevará a cabo.
- Colocar al paciente un delantal de plomo, sin el collar tiroideo, y asegurárselo. Se recomienda usar un delantal de plomo que tenga plomo por ambos lados. El mandil se debe colocar bajo y alrededor del cuello, para que no bloquee el haz de rayos X.
- Pedirle al paciente que se quite cualquier objeto de metal que lleve puesto en la cabeza y/o cuello como anteojos, aretes, collares, cadenas que sostienen servilletas, auxiliares auditivos, broches para el cabello y dentaduras totales o parciales móviles (12, 16).

4.4.3. Colocación del paciente

- Enseñarle al paciente que se siente o permanezca con la espalda recta, la columna vertebral debe estar totalmente recta, de lo contrario, debido a la densidad del hueso, se ve una sombra blanca en la mitad de la radiografía que oscurece la información diagnóstica.

- Pedir al paciente que muerda la lengüeta de plástico, los dientes superiores e inferiores anteriores deben estar colocados de borde a borde en el surco marcado de la lengüeta de mordida, con el fin de alinear los rebordes con el conducto focal, de ser edéntulos se puede colocar torundas de algodón a nivel del surco marcado de la lengüeta de mordida.
- Colocar el plano sagital-medio perpendicular al suelo.
- Colocar el plano de Frankfort (un plano imaginario que pasa a través de la parte superior del conducto auditivo externo y la parte inferior de la órbita) paralelo al piso.
- Pedir al paciente que coloque la lengua contra el paladar y que conserve esa posición durante la exposición; también pedirle que cierre los labios sobre la lengüeta de mordida.
- Después de colocar al paciente, decirle que permanezca quieto mientras el aparato gira durante la exposición.
- Exponer la película y procesarla (12, 16, 31).

4.5. Evaluación de radiografías panorámicas

La calidad de las imágenes depende de tres etapas separadas:

1. Comparación de la imagen con los criterios ideales de calidad.
2. Valoración subjetiva de la calidad de la imagen utilizando los estándares publicados.
3. Evaluación detallada de las placas rechazadas para determinar las fuentes de error (12, 16, 31, 32).

4.5.1 Criterios ideales de calidad

- No deben aparecer sombras de artefactos debidas a dentaduras, pendientes, anteojos, lentes de sol, diademas, etc.
- La magnificación en los planos vertical y horizontal debe ser la misma, así como los molares derechos e izquierdos deben tener la misma medida mesio distalmente.

- Deben estar claramente demostrados todos los dientes superiores e inferiores y su hueso de soporte haciendo que la mandíbula se muestre en su totalidad.
- La sombra a través de la imagen debe ser uniforme, sin sombras aéreas por encima de la lengua que creen una banda radiotransparente de color negra, sobre las raíces de los dientes superiores, siendo las únicas sombras fantasmas el ángulo contra lateral de la mandíbula y de la columna cervical de una forma tenue.
- La imagen debe estar claramente etiquetada con el nombre del paciente y la fecha de la exploración y no debe tapar la vista a la imagen radiográfica (12, 16, 31, 36).

4.5.2 Valoración subjetiva de la calidad de la imagen

Basados en una escala simple de tres puntos de valoración subjetiva dados por la “Guidance Notes for Dental Practitioners on the Safe Use of X-ray Equipment” de 2001, se encuentran los siguientes puntos:

- Punto 1: Calidad excelente: no hay errores en la preparación del paciente, exposición, colocación, el procesamiento o el manejo de la película.
- Punto 2: Calidad aceptable para el diagnóstico: algunos errores en la preparación del paciente, la exposición, la colocación, el procesamiento o el manejo de la película, pero no limita la utilidad diagnóstica de la radiografía.
- Punto 3: Calidad inaceptable: errores en la preparación del paciente, la exposición, la colocación, el procesamiento o el manejo de la película que hacen que la radiografía resulte inaceptable para lograr un diagnóstico (12, 16, 29, 31, 32, 36).

4.5.3 Evaluación de las películas panorámicas rechazadas y determinación de errores

Errores en la preparación del paciente:

- Fallos al momento de retirar adornos, dentaduras, elementos ortodónticos y gafas.
- Colocación inadecuada de la gabacha de plomo (12, 16, 35).

Errores en la colocación del paciente:

- Error por sombra fantasma: debido a que el paciente no coloca recta la columna.
- Error antero posterior: el paciente no muerde con los incisivos borde con borde sobre el bloque de mordida.
- Error vertical: debido al utilizar el marcador por haz de luz que a veces se encuentra torcido, con el fin de lograr que el plano medio-sagital quede vertical y que la cabeza no esté girada (12, 16, 35).

Errores en la colocación del equipo:

- Fallo al momento de ajustar correctamente la altura y de establecer los parámetros de exposición correctos (12, 16, 35).

5. ANATOMÍA DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

- Arco cigomático: se observa una imagen sobreimpuesta como una zona radiopaca en forma de J, U o V, que se localiza en la parte superior de la región del primer molar maxilar (11, 17).
- Apófisis estiloides: se ve como una proyección radiopaca situada en la superficie inferior del hueso temporal (11, 17).
- Apófisis mastoides: se visualiza como una marca ligeramente opaca; sobrepuesta se encuentra la imagen de los tejidos blandos de las orejas (11, 17, 27, 34).
- Eminencia articular: se observa como una imagen convexa radiopaca por detrás del cóndilo mandibular (11, 17).
- Fosa glenoidea: se ve como un área radioluciente encima del cóndilo del maxilar inferior, en la articulación (11, 17).
- Hueso hioides: se puede observarse bilateral, como dos líneas gruesas radiopacas debajo del ángulo de la mandíbula (11, 17, 27, 34).

Láminas pterigoideas: se ve como un área opaca extendida por debajo del hueso esfenoides (11, 17, 27, 34).

Lóbulo de la oreja: el lóbulo de la oreja se ve como un área de ligera densidad sobrepuesta en los extremos derechos e izquierdo de la columna vertebral (11, 17).

- Meato auditivo externo: se ve como un área radioluciente de forma redondeada y ovalada, detrás del cóndilo de la mandíbula (11, 17).
- Órbitas: se pueden observar las órbitas como dos áreas ovaladas radiolucientes, con un contorno de una línea radiopaca delgada (11, 17, 27, 34).
- Paladar óseo: se observa una banda radiopaca de forma horizontal, superior a los ápices de las piezas dentales superiores (11, 17, 27, 34).
- Septum o tabique nasal: se observa como una partición radiopaca en sentido vertical dividiendo la cavidad nasal (11, 17, 27, 34).
- Senos maxilares: pueden observarse como áreas radiolucientes, localizadas por arriba de los ápices de los premolares y molares superiores (11, 17).
- Tuberosidad maxilar: se visualiza como una masa radiopaca distal al área del tercer molar (11, 17).
- Vértice y alas de la nariz: se ven como áreas de ligera densidad sobrepuestas a la fosa y el tabique nasal, superior a los incisivos superiores (11, 17, 27, 34).
- Vértebras: aparecen como áreas de ligera densidad, poco definidas y borrosas; a la vez se ven los extremos derecho e izquierdo (11, 17).

5.1 Anatomía de la mandíbula de la radiografía panorámica

- Cuerpo de la mandíbula: la cara anterior es convexa, la cara posterior cóncava, un borde superior o alveolar y un borde inferior libre, se encuentra incurvado en forma de herradura. En la imagen panorámica se ve de forma radiopaca (11, 17, 27, 34).
- Cóndilo mandibular: forma parte de la articulación temporomandibular. En la imagen panorámica se ven como eminencias bilaterales de la mandíbula, de manera radiopaca, en la parte superior de la rama ascendente del maxilar inferior, por detrás de la escotadura sigmoidea, formando parte del borde superior del maxilar inferior junto con la apófisis coronoides (11, 17, 27, 34).

- Escotadura sigmoidea: es una concavidad llamada también hendidura coronoides. Se ve como una franja radiopaca situada en el borde superior de la rama ascendente del maxilar inferior, en medio del cóndilo y la apófisis coronoides (11, 17, 27, 34).
- Apófisis coronoides: es una prominencia ósea en la parte anterior de la rama de la mandíbula, en donde se inserta el músculo temporal. Se ve en la imagen panorámica como una radiopacidad triangular superpuesta a la región de la tuberosidad maxilar (11, 17, 27, 34).
- Conducto mandibular: es una vía en forma de tubo que atraviesa el hueso, comprendida desde el agujero mandibular hasta el agujero mentoniano. Este conducto contiene el nervio alveolar inferior y los vasos sanguíneos. En la imagen panorámica se ve como una banda radioluciente, la cual está contorneada por dos líneas radiopacas delgadas. Se encuentra superpuesto y debajo de los ápices de los molares inferiores (11, 17, 27, 34).
- Agujero mentoniano: es un orificio en el hueso, el cual se localiza en la región de premolares inferiores, en la superficie externa de la mandíbula. Este permite la salida de los vasos sanguíneos y nervios que nutren el labio inferior. En la panorámica se ve como un área radioluciente pequeña, redonda u ovalada. Se localiza en la región apical de premolares inferiores (11, 17, 27, 34).
- Borde inferior de la mandíbula: es el extremo inferior de la mandíbula. Tiene una superficie ovalada donde se inserta el vientre anterior del músculo digástrico. En la imagen panorámica se ve como una línea fuertemente radiopaca, localizada en el extremo inferior de la mandíbula (11, 17, 27, 34).
- Línea oblicua externa: en la imagen panorámica, la línea oblicua externa se puede observar como una banda radiopaca extendiéndose hacia abajo y hacia adelante, desde el borde anterior de la rama de la mandíbula, terminando en la región del tercer molar inferior (11, 17, 27, 34).
- Rama ascendente de la mandíbula: es la porción vertical de la mandíbula o maxilar inferior, situada en la región posterior del tercer molar. Tiene dos ramas, una a cada lado, las cuales son rectangulares y alargadas de superior a inferior; estas presentan dos caras, una lateral y otra medial, y cuatro bordes. En la imagen

panorámica, la rama de la mandíbula se observa como una banda radiopaca vertical gruesa a ambos lados de la imagen, por detrás de la región de molares (11, 17, 27, 34).

- Ángulo de la mandíbula: es la unión entre el borde posterior de la rama ascendente de la mandíbula y el borde inferior del cuerpo de la mandíbula; se ven dos ángulos, uno a cada lado. En la imagen panorámica, el ángulo se ve como una porción radiopaca a ambos lados (11, 17, 27, 34).

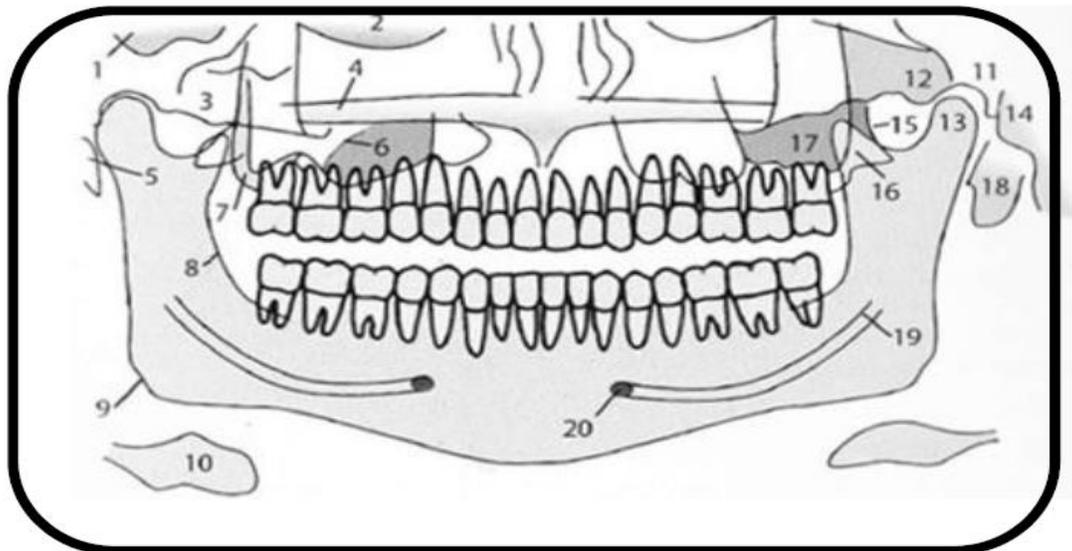


Fig. 1. Anatomía de Radiografía Panorámica Normal: 1. Fosa Craneal Media. 2. Órbita. 3. Arco Cigomático. 4. Paladar. 5. Proceso Estiloides. 6. Septo en el Seno Maxilar. 7. Tuberosidad Maxilar. 8. Línea Oblicua Externa. 9. Ángulo de la Mandíbula. 10. Hueso Hioides. 11. Fosa Glenoidea. 12. Eminencia Articular. 13. Cóndilo Mandibular. 14. Vértebra. 15. Proceso Pterigoideo. 16. Placas Pterigoideas. 17. Seno Maxilar. 18. Lóbulo de la Oreja. 19. Conducto Mandibular. 20. Agujero Mentoniano. Tomado del libro Radiografía Dental: principios y técnicas, del autor Joen Iannucci (16)

6. DETECCIÓN DE ENFERMEDADES SISTÉMICAS POR MEDIO DE PANORÁMICAS

Poder interpretar las radiografías de una manera clara es parte esencial del proceso diagnóstico; como profesional es necesario desarrollar esa capacidad para evaluar e identificar correctamente enfermedades, lesiones y trastornos de los maxilares, que no se pueden identificar a nivel clínico y tener una buena función crítica. Es común que el odontólogo, en la evaluación radiográfica, solo se concentre en observar los dientes y sus tejidos de soporte, sin embargo, debe tener la capacidad de identificar todas las estructuras que aparecen en la imagen radiográfica (11, 39).

Es de suma importancia resaltar el valor de la interpretación, debido a que es esencial para establecer diagnósticos, y a su vez, un correcto tratamiento o resolución, ya que proporciona una gran cantidad de información sobre los dientes y los huesos de soporte. La radiografía panorámica sirve como método auxiliar, para detectar: osteoporosis, diabetes mellitus, hipertiroidismo, tumores malignos, metástasis, infecciones como tuberculosis y sífilis (11, 39).

7. OSTEOPOROSIS

La palabra “osteo” deriva del latín y significa hueso, mientras que la palabra “porosis” significa “llena de agujeros”; por lo tanto, la palabra completa significa “huesos que están llenos de agujeros”. El significado de la palabra osteoporosis según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es una enfermedad sistémica caracterizada por una masa ósea baja y un deterioro de la micro arquitectura del tejido óseo, que conducen a una mayor debilidad ósea y a un aumento del riesgo de fracturas. La masa ósea perdida y el deterioro de la micro arquitectura son consecuencia de una alteración en la renovación ósea (2, 5, 7, 24, 28).

Las consecuencias claras de la osteoporosis son las fracturas, las cuales ocurren ante pequeños traumas o en ausencia de estos. El aumento en la frecuencia de las fracturas se debe a la longevidad de la población y los sitios más afectados son las vértebras y la cabeza del fémur. La pérdida ósea es producida generalmente a medida que aumenta la edad, no obstante, cualquier individuo que no alcance un pico de masa ósea óptimo durante la infancia y adolescencia puede padecer osteoporosis, sin que se produzca una pérdida ósea acelerada.

El riesgo de fracturas osteoporóticas alrededor del mundo, durante toda la vida, oscila entre el 30% y el 40% en mujeres y el 13% en los hombres. Se puede asegurar que la osteoporosis es multifactorial, que no solo debe relacionarse a la edad, genero, etc; teniendo como consecuencia la pérdida de masa ósea (9, 21, 24, 28).

El hueso es un tejido vivo, no estático, en constante remodelación a lo largo de la vida. Este remodelado óseo ocurre de tal manera que la resorción ósea es seguida por la formación. Estos procesos se encuentran estrechamente relacionados, por lo que, en una circunstancia ideal, la resorción es igual a la formación ósea, manteniendo el volumen y masa ósea de manera constante. Las mujeres al presentar menor masa ósea acompañadas del envejecimiento, se encuentran en mayor riesgo que los hombres (21).

Existen dos síndromes de osteoporosis: entre ellos la más frecuente de la enfermedad es la *osteoporosis primaria*, la cual se refiere a la *osteoporosis posmenopáusica o por déficit de estrógeno (Tipo I)* que se observa en mujeres cuyos ovarios han dejado de producir hormonas “estrógenos”; el hueso trabecular es particularmente más sensible a la deficiencia de estrógenos por lo que la pérdida ósea ocurre principalmente en aquellos huesos con alto porcentaje del mismo, como es el caso de las vértebras. El otro tipo de osteoporosis es la *Tipo II o senil*, que se encuentra relacionada con la edad. Esta se debe principalmente a la incapacidad por parte del riñón de sintetizar 1,25 dihidroxicolecalciferol, dificultándose la absorción de calcio intestinal; esto estimula la secreción de parathormona (parathormona o paratohormona, también denominada hormona paratiroidea, PTH o paratirina), lo cual produce una fuerte resorción ósea, que afecta al hueso cortical en mayor cantidad que al hueso trabecular, contribuyendo al incremento de fracturas de cadera (9, 10, 21, 24, 30).

Existen también otros tipos de osteoporosis además de las ya mencionadas, entre ellas tenemos: la *osteoporosis idiopática*, enfermedad poco frecuente, de causa desconocida, que afecta a las mujeres premenopáusicas y a los hombres jóvenes o de mediana edad. Otra de ellas es la *osteoporosis secundaria*, la cual es causada por inactividad debida a parálisis u otras causas como la ingravidez espacial, enfermedades endocrinas y nutricionales, tales como la anorexia nerviosa, enfermedades específicas y la ocasionada por ciertos medicamentos (9, 10, 21, 24, 30).

7.1. Factores de riesgo de la osteoporosis

El desarrollo silencioso de esta enfermedad obliga a un temprano diagnóstico, detectando los factores de riesgo lo más pronto posible, para lo cual la correcta historia clínica representa una importante herramienta. Comprobar la existencia de los factores de riesgo de osteoporosis constituye una instancia importante a determinar en cada paciente para prevenir e interferir, en la medida de lo posible, la evolución natural de la enfermedad. La mayoría de los factores de riesgo corresponden a cinco categorías principales: edad o relacionada con edad, genética, ambiental, hormonas endocrinas y enfermedades crónicas. Entre los factores de riesgos más comunes están: (9, 12, 35).

- Menopausia prematura.
- Raza blanca o asiática.
- Antecedentes familiares de osteoporosis.
- Baja estatura. Huesos pequeños.
- Delgadez.
- Inactividad física.
- Baja ingestión de calcio en la dieta.
- Antecedentes de fractura traumática.
- Hipertiroidismo.
- Tabaquismo.
- Abuso de alcohol.
- Adolescencia con amenorrea.

Entre otros factores podemos mencionar:

- Sexo femenino: la mujer está más expuesta que el hombre a la enfermedad por diversos motivos. Entre ellos, por tamaño del esqueleto, contenido mineral óseo total y masa muscular menores que en el hombre (12, 35).
- Edad avanzada: conforme los años avanzan se produce una pérdida de masa ósea en hombres y mujeres de aproximadamente 0.3 a 0.5% por año a partir de los 35 años, y de 2 a 5% en el caso de las mujeres en los 4-6 años inmediatos posteriores a la menopausia, con estabilización posterior.

Las fracturas de cadera por osteoporosis son más frecuentes en edades avanzadas (12, 35).

- Menopausia precoz y deficiencia de estrógenos en la premenopausia: la carencia estrogénica que ocurre antes de los 40 años llamada: *menopausia precoz*, y más aún, cuando la interrupción de la función ovárica es abrupta (*ooforectomía bilateral*), se asocia a pérdida significativa de la masa ósea. Las amenorreas por tiempos prolongados actúan en detrimento del estado óseo, el cual requiere ser valorado; el tratamiento de la causa del hipostrogenismo repercute positivamente en los huesos de las pacientes (12, 35).
- Sedentarismo: la actividad física adecuada se correlaciona con menores complicaciones osteoporóticas. Si la actividad física se realiza en los años de desarrollo y crecimiento, esta logra aumentar la masa ósea, permitiendo alcanzar un mayor pico de masa ósea. El ejercicio en el adulto joven ayuda a mantener la masa ósea. Las mujeres sedentarias que están sentadas más de 9 horas diarias tienen 43% mayor riesgo de fracturas de cadera que aquellas que están sentadas menos de 6 horas diarias (12, 35).
- Tabaco: el tabaquismo es capaz de provocar disminución en la masa ósea, aumentar el riesgo de fractura, alterar la cicatrización de las fracturas óseas y deteriorar la reacción a los injertos óseos. Por estas razones, es considerado un factor de riesgo para osteoporosis en ambos sexos (12, 35).
- Alcohol: el consumo de alcohol inmoderado puede afectar la formación ósea. Aún en moderado consumo como puede representar 1 a 2 medidas consumidas al día, produce una acción directa antiproliferativa sobre los osteoblastos y supresión de la secreción de osteocalcina (12, 35).
- Otros factores: un historial familiar de osteoporosis, una estructura ósea pequeña o delgada, un estilo de vida sedentario, falta adecuada de calcio y vitamina D, ausencia de períodos menstruales durante los años reproductivos por más de seis meses (excluyendo el embarazo), el uso de ciertos medicamentos que afectan el hueso, como los esteroides y los medicamentos para las convulsiones, enfermedad de la tiroides, con dosis

excesivas de medicamentos para la tiroides, pueden llegar a desarrollar osteoporosis (9).

7.2. *Fisiopatología de la osteoporosis*

El pico de masa ósea se alcanza entre los 25 y 30 años y está determinado por múltiples factores, siendo el principal, el factor genético. También son importantes los factores nutricionales, la actividad física y endocrina. El balance en la remodelación ósea se mantiene hasta los 40 años, luego de lo cual se altera el balance entre la formación y la resorción ósea lo que produce la osteoporosis. Se produce la fase de pérdida ósea donde la edad y la menopausia son factores determinantes (12).

La resistencia ósea refleja la integración de dos características principales: la densidad y la calidad ósea. La *densidad ósea* se expresa en gramos de mineral por superficie o volumen, y en un individuo dado es la resultante del pico máximo de masa ósea y la cantidad de pérdida ósea. El aumento de la masa ósea durante la infancia y la pubertad se debe a una combinación de crecimiento óseo y de los cartílagos (osteogénesis) y a cambio de forma del hueso (modelado). En la pubertad, el rápido aumento de la masa ósea se asocia con la elevación de los niveles de hormonas sexuales y de los cartílagos de crecimiento. El aumento adicional de la masa ósea al cabo de tres años de la menarquía es escaso. El pequeño aumento de densidad mineral ósea (DMO) en los siguientes 5 a 15 años se denomina *consolidación*. El pico de masa ósea resultante se alcanza a los 20 a 30 años (21, 24).

La *calidad ósea* se refiere a la arquitectura, recambio óseo, acumulación de micro fracturas y la mineralización. La Conferencia de Osteoporosis realizada en Copenhague, en 1991, reporta la existencia de factores predisponentes de osteoporosis, tales como factores raciales y genéticos, factores endocrinos, nutrición, actividad física y estilo de vida (café, cigarrillo, alcohol), los cuales pueden inducir a una disminución en el pico de la masa ósea contribuyendo al desarrollo de la enfermedad (14).

Los *factores genéticos* son los principales determinantes del pico de masa ósea. Esto se ha demostrado en estudios de gemelos, se determinó que alrededor del 50.85% de la variación de la masa ósea, según la localización esqueléticas es debido a factores

genéticos. Es probable que varios genes regulen la masa ósea, cada uno con un modesto efecto, y los candidatos probables son los genes del colágeno tipo I (CO-L1A1) y receptor de vitamina D. Entre los factores no genéticos están la baja ingesta de calcio durante la infancia, el bajo peso corporal en el primer año de vida, el modo de vida sedentario y el retraso puberal. Todos estos factores determinan menor masa ósea (21).

7.3. *Pérdida ósea y remodelado:*

La pérdida ósea se produce generalmente a medida que envejecen los hombres y las mujeres; sin embargo, un individuo que no alcanza un pico de masa ósea óptimo durante la infancia y adolescencia puede padecer osteoporosis sin que se produzca una pérdida ósea acelerada. De aquí que un bajo crecimiento óseo en la infancia y adolescencia es tan importante para el desarrollo de la osteoporosis como la pérdida ósea. La pérdida ósea es producida por un trastorno del remodelado óseo, que es un proceso fisiológico preventivo y continuo de mantenimiento del esqueleto adulto tras alcanzar el pico de la masa ósea. Las mujeres tienen una pérdida ósea más rápida en los primeros años tras la menopausia, lo que condiciona un riesgo más precoz de fracturas, debido a la deficiencia de estrógenos. El nivel de estradiol circulante desciende en un 90% en el período de la menopausia (10, 21, 24).

El remodelado óseo es el proceso que reemplaza el hueso viejo por nuevo, tiene lugar en determinados sitios y procede de manera ordenada, a una velocidad de recambio anual calculada del 25% en el hueso esponjoso y del 3% en el hueso compacto, obteniéndose una medida para el total del esqueleto del 10% de recambio anual, según las cantidades relativas de cada tipo de hueso. El remodelado óseo se produce mediante la activación de las denominadas unidades de remodelación ósea, las cuales se distribuyen en diferentes zonas del esqueleto, llevando a cabo un ciclo completo de remodelado que puede durar de 6 a 9 meses. En este complejo proceso participan diferentes células como los osteoclastos, los osteoblastos, células de la estroma y las células mononucleares, estando todas sometidas a regulación de sistemas hormonales sistémicos y, sobre todo, locales como factores de crecimiento, citoquinas y moléculas de adhesión (10, 21, 24).

De esta manera, las unidades de remodelación ósea son en realidad un conjunto de células acopladas en su función para el remodelado y se le ha llamado *unidad multicelular básica del hueso*. La función principal de reabsorción la realizan los osteoclastos y la de formación los osteoblastos (21).

El remodelado óseo es llevado a cabo de la siguiente manera: (10, 21, 30).

- Los osteoclastos se adhieren a la superficie ósea y liberan hidrogeno a través de la bomba de protones, manteniendo un pH ácido para solubilizar la fase mineral, después secretan enzimas proteolíticas (hidrolasas ácidas) destruyendo un volumen concreto de hueso durante 1 a 2 semanas.
- Desaparecen los osteoclastos de las superficies óseas tras un proceso de apoptosis osteoclástica, siendo sustituidos por células mononucleares que preparan la superficie excavada para la formación de hueso y participan en la quimiotaxis de los precursores de osteoblastos.

Esta es la fase de reposo que puede durar de 3 a 4 meses. En ese momento, cuando va a cambiar la fase de reabsorción por la de formación propiamente dicha, se están activando las señales locales. El conjunto de señales locales es complejo y está constituido por la participación de factores de crecimiento, citoquinas y moléculas de adhesión. En esta última fase los osteoblastos comienzan a llenar la cavidad de nuevo material orgánico u osteoide, el cual después de 25 a 30 días se mineraliza. Los osteoclastos quedan incluidos en el propio hueso y se convierten en osteocitos (10, 21).

7.4. *Diferentes métodos para el diagnóstico de la osteoporosis*

- a) Diagnóstico radiológico de la osteoporosis: debido a las incertidumbres de la interpretación radiológica específica, se ha empleado el término osteopenia "pobreza ósea" como designación genérica para los signos radiográficos de disminución de la densidad ósea. Debido a que se suelen observar hallazgos radiográficos sugestivos de osteopenia y osteoporosis; estos pueden obedecer a un amplio espectro de enfermedades, que varían de causas altamente prevalentes, como osteoporosis

posmenopáusica e involutiva, a trastornos endocrinológicos y hereditarios o adquiridos muy raros (21).

El valor de las radiografías convencionales para detectar y cuantificar la osteopenia y la osteoporosis ha generado interés científico durante muchos años, y sobre todo con la llegada de técnicas cuantitativas altamente exactas y precisas, como la densitometría por absorción de fotón simple y doble (SPA, DPA), la densitometría por absorción de rayos X simples y dobles (SXA, DXA) y la tomografía computarizada cuantitativa (QCT), se ha modificado el nivel de la radiografía convencional para el diagnóstico y el seguimiento de la osteoporosis (21).

La pérdida generalizada de densidad ósea en el territorio maxilofacial puede ser detectada en la radiografía panorámica comparando la densidad inalterada de los dientes. Puede verse además una reducción de la densidad y adelgazamiento de los límites corticales, en especial de la cortical mandibular. La reducción en el volumen de hueso esponjoso es más difícil evaluar, sobre todo en el proceso alveolar, posiblemente debido al estrés mecánico constante de los dientes (21).

Los dentistas pueden aprovechar la información otorgada por la radiografía panorámica y hacer una evaluación de los factores de riesgo clínicos para determinar si sus pacientes están en riesgo de osteoporosis, sugiriendo una evaluación médica para confirmación diagnóstica. No obstante, la radiografía convencional es ampliamente accesible y continúa siendo ideal para detectar alteraciones específicas en ciertos casos (21).

- b) Densitometría ósea: en medicina se incluyen varias técnicas que permiten de forma conservadora la medición precisa de la masa ósea, entre estas se encuentra la densitometría ósea, la cual es considerada como el método de excelencia para aportar datos sobre la densidad cálcica de un hueso del paciente. La cantidad de radiación absorbida es inversamente proporcional al contenido mineral existente (10).

7.5. *Densitometría ósea*

La densitometría ósea es la medición de la densidad cálcica de un hueso. Su fundamento técnico se basa sobre la propiedad de los tejidos de absorber una porción de la radiación ionizante emitida por una fuente, la que posteriormente es registrada por un detector situado por detrás del hueso en estudio (10, 31, 39).

En todas las técnicas de densitometría, los resultados relativos se muestran de manera similar, interpretados por un radiólogo capacitado, proporcionando valores promediados de masa ósea de cada zona explorada relacionándolo con los de normalidad, en función de la edad y sexo del paciente. Utilizando la puntuación T y puntuación Z. La puntuación T (T-Score o índice T) compara la medición obtenida respecto al valor medio máximo que se alcanza en el momento de mayor madurez del esqueleto. La puntuación Z (Z-score o índice Z) compara el resultado respecto al valor medio de la población de similar sexo y edad que el paciente evaluado (2, 10, 31).

Existe una relación exponencial entre la pérdida de la DMO y el incremento al riesgo de fractura. Por tanto, no existe un valor determinado de DMO por debajo del cual aparecen las fracturas y por encima del cual no se den. En 1994, La Organización Mundial de la Salud publicó un informe en el que se recomendaba el uso de la siguiente clasificación de la población en cuatro categorías, mediante los resultados de la puntuación T: (10).

- Normal: cuando la puntuación T sea superior a -1
- Osteopenia: puntuación T entre -1 y -2,5
- Osteoporosis: puntuación T igual o inferior a -2,5
- Osteoporosis establecida (severa): puntuación T igual o inferior a -2,5 más presencia de fractura (1).

7.6. *Tratamiento de la osteoporosis*

En general para prevenir y tratar la osteoporosis es necesario mencionar la dieta, la cual debe ser rica en calcio y baja en proteínas, abstenerse del tabaco y el alcohol y por su puesto el ejercicio físico constante. A su vez, se pueden administrar algunos suplementos de calcio, otros nutrientes o estrógenos, progesterona o ambos, en mujeres

posmenopáusicas, ejercicio y nuevos fármacos como la calcitonina, cuando la dieta no funciona.

La vitamina D tiene mucha relevancia para evitar pérdidas excesivas de masa ósea que se producen por la causa de la edad, así como para reconocer su papel fundamental en la función muscular. Aunque la vitamina D no se obtiene con facilidad a través de la dieta, su principal fuente es la luz del sol, siendo la exposición solar adecuada de unos 15 a 20 minutos al día, al menos 3 días a la semana es importante para mantener la síntesis de vitamina D; otras fuentes son los pescados, salmón, atún, sardinas, yema de huevo, leche, queso y mantequilla (5, 9, 24, 30).

7.7. *Tratamiento farmacológico para prevenir pérdida ósea*

Tanto para el tratamiento como para la prevención de la osteoporosis, se han utilizado fármacos para la reducción de la reabsorción del hueso. Encontrándose los antiresortivos, anticatabólicos, bifosfonatos, alendronato, risedronato, ibandronato, los moduladores selectivos de los receptores de estrógeno, como el raloxifeno o las calcitoninas, el ranelato de estroncio, conocido como de “acción mixta”, anabólicos u osteoformadores. La función de estos fármacos llega a detener la pérdida de masa ósea y evitar o retrasar las fracturas, que es el problema más común de este padecimiento (21, 31, 35).

Estudios epidemiológicos asocian el uso de estrógenos con la reducción del riesgo de fracturas, especialmente en la cadera y muñecas. Los estrógenos, antes usados de manera amplia, han disminuido su participación para el tratamiento de la osteoporosis a causa de los efectos secundarios que puede presentar, como el aumento del riesgo de padecer cáncer de mama, ACV, cardiopatía isquémica y trombo embolismo venoso. Varios estudios sugieren que el efecto alcanza su mayor pico cuando el tratamiento de reemplazo hormonal (TRH) se aplica de manera temprana, disminuyendo la velocidad de la pérdida de la masa ósea, aumentando la probabilidad de preservar la estructura y masa ósea (21, 31, 35).

La estrogenoterapia también reduce la velocidad de pérdida ósea en mujeres con deficiencia de estrógenos, independientemente de la edad, con reducción de la pérdida ósea en pacientes mayores, por lo menos hasta la octava década. Se suele afirmar que la dosis mínima efectiva de estrógenos es de 0,625 mg de estrógenos equinos conjugados o su equivalente; datos recientes sugieren que dosis más bajas llegan a ser efectivas en muchos casos. Esto puede estar relacionado con la utilización de suplementos de calcio en los estudios clínicos más recientes, porque hemos demostrado que hay una respuesta significativamente menor, por lo menos en términos de densidad ósea, cuando los estrógenos se administran solos (21, 31, 35).

Se ha demostrado la eficacia de varios otros estrógenos, como estradiol, estrógenos esterificados, sulfato de estrona y etinilestradiol. Asimismo, es evidente que la vía de administración no es importante, y varios estudios comunicaron que el estrógeno transdérmico previene efectivamente la pérdida ósea. Algunos datos recientes sugirieron que el efecto de los estrógenos también puede ser aumentado por el agregado de pequeñas dosis de andrógenos. La Administración de Alimentos y Fármacos de los EE. UU (Food and Drug Administration, FDA) todavía no ha aprobado estas combinaciones para prevención de la osteoporosis (10, 21, 31, 35).

El tratamiento hormonal sustitutivo (THS) es un método bien establecido para el tratamiento y prevención de la osteoporosis. Muchos estudios a corto plazo y algunos estudios a más largo plazo con la DMO, han demostrado, como principal resultado, una eficacia significativa (24).

8. ÍNDICES MORFOMÉTRICOS Y SU RELACIÓN CON LA OSTEOPOROSIS

Las radiografías panorámicas son utilizadas en la práctica clínica del odontólogo para el diagnóstico de diferentes patologías. Valorar la calidad ósea radiográfica representa un papel importante en la planeación de múltiples tratamientos, desde la colocación de implantes hasta la identificación del riesgo de padecer osteoporosis o pacientes con el mismo. Con el objetivo de determinar la masa ósea a expensas de las ortopantomografías, se han desarrollado índices radiomorfométricos basados en la medición manual de estructuras anatómicas, cuantificando

la resorción cortical a través de las dimensiones corticales en la placa radiográfica común con un calibre adecuado (10, 16, 31).

Estudios han observado que la densidad mineral ósea (DMO) de la mandíbula se correlaciona con la obtenida en la columna lumbar y/o cuello de fémur. Los hallazgos radiográficos encontrados en las radiografías panorámicas se han correlacionado con el diagnóstico precoz de osteoporosis, por medio de la utilización del ancho cortical mandibular (MCW), el cual ha sido útil en varios estudios para la evaluación de los pacientes con riesgo de osteoporosis, este MCW es el 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 (9, 10, 31).

8.1. *Índice panorámico mandibular*

El índice panorámico mandibular (PMI), se basa en el método de Benson et al, la cual consiste en el cociente entre dos medidas: *ancho cortical mandibular*; se utiliza diferentes técnicas para calcularlo, y *distancia más corta perpendicular entre el margen inferior del foramen mentoniano y el borde inferior de la mandíbula* (7, 10, 31, 32, 36).

El índice panorámico mandibular tiene una evaluación normal igual o mayor a 3 mm; una medición inferior a los 3 mm permite categorizar como paciente de alto riesgo para el desarrollo de osteoporosis y osteopenia (10, 31, 32, 36).

8.2. *Índice antegonial*

Índice antegonial (AI), descrito por Ledgerton et al., el cual expresa el espesor cortical mandibular medido en la línea perpendicular a la cortical mandibular en la intersección con la recta tangente al borde anterior de la rama (7, 10, 40).

El IA muestra cambios en el grosor cortical mandibular relacionados con la edad, demostrando que los factores locales como la inserción del músculo, no impone efectos significativos. El IA posee una evaluación normal igual o mayor que 3.2 mm; una medición inferior a los 3 mm permite categorizar como paciente de alto riesgo para el desarrollo de osteoporosis y osteopenia (7, 10, 40).

8.3. *Índice goníaco*

El índice goníaco (IG), expresa el espesor mandibular medida en la bisectriz (línea recta que pasa por el vértice del ángulo de la mandíbula dividiendo a la mitad en dos partes iguales) en el ángulo goníaco, el cual se forma por una tangencial en el punto más bajo del ángulo goníaco y el borde inferior del cuerpo mandíbula y otra línea tangencial en el borde posterior de la rama y la cabeza de la mandíbula (2, 10, 31, 40).

En 1982, Bras y cols., describieron por primera vez que el ancho cortical mandibular era una herramienta útil para diagnosticar enfermedades metabólicas; consistieron en evaluar el grosor cortical en el ángulo de la mandíbula de 180 pacientes comprendidos (grupo control) de edad de 0 a 69 años. Se encontró que el grosor cortical del ángulo de la mandíbula fue relativamente constante, de 15 a 59 años de edad, con una medición de 1.0 a 2.5 mm, con promedio de 1.56 mm; de 60 a 69 años, no se encontró diferencia significativa en el grupo masculino, sin embargo, en el grupo femenino, la cortical se mostró, marcadamente, más estrecho desde 0.2 a 1.2 mm, con un promedio de 0.84 mm (2, 10, 31, 40).

La utilidad del IG fue descartada por otros investigadores debido a que el espesor cortical en la zona del ángulo es anatómicamente muy estrecho, puede ser influenciado por la magnificación horizontal propia de la ortopantomografía y es sitio de inserción para los músculos masetero y pterigoideo medial (factor mecánico modificador). Además, muchas veces esta zona se ve con poca definición por la superposición de la vía aérea (10).

8.4. *Índice cortical mandibular*

En 1994, se introdujo la clasificación morfológica de la mandíbula cortical por observación de la región entre el foramen mentoniano y la región antegoniaca (anterior al ángulo goníaco), bilateralmente, se categorizaron en tres grupos: (1, 31).

- C1: muestra al margen de la corteza es claro, agudo y liso.
- C2: muestra en el margen de la corteza con defectos semilunares o residuos corticales.
- C3: Capa cortical claramente porosa y con la reducción de espesor, tiene margen cortical con residuos (10, 36, 40).

Esto más tarde fue nombrado índice morfológico del índice cortical mandibular (IMC). También nombrado índice Klematti (IK), sufriendo pequeños cambios en su presentación, tal como se define en el número de grados C1, C2 y C3. Estilo de 0 = normal, 1 = erosión moderada, y 2 = erosión severa (36, 40).

Varios autores encontraron una asociación significativa entre los cambios morfológicos de la cortical mandibular y modificaciones del estado mineral del esqueleto, por lo que proponen utilizar este índice por el dentista general en los individuos con sospecha de osteoporosis, para reenviarlo a la atención médica. Fue demostrado en un estudio que aproximadamente el 95% de que se identificaron en grado C2 y C3 poseían osteopenia u osteoporosis (36, 40).

9. **ÍNDICE DEL ANCHO CORTICAL MENTONIANO (MCW)**

El índice mentoniano se basa en la técnica de “Wical y Swoope” (1974) que utiliza el área de premolares inferiores, tomando como referencia el foramen mentoniano debido al efecto de sobre proyección de estructuras radiográficas y la magnificación que ocurre en la toma de radiografías panorámicas. Además, en investigaciones posteriores se demostró que el ancho cortical medido bajo el agujero mentoniano era un método útil y válido para identificar mujeres posmenopáusicas con riesgo de osteoporosis o baja DMO. Este índice ha sido utilizado en mujeres caucásicas, latinas como brasileñas, venezolanas, y otras, en etapas menopáusicas y/o postmenopáusicas (7, 10).

El procedimiento de la técnica es el siguiente y se ilustra en la siguiente Fig. 1:

- Para obtener el MCW, primero se debe localizar el foramen mentoniano de ambos lados. Segundo, se debe trazar una línea tangencial al borde inferior del cuerpo de la mandíbula en la zona adyacente al agujero mentoniano y otra línea paralela a la anterior la cual contacta con el borde superior de la cortical mandibular. Tercero, se traza una línea perpendicular que pase por el centro del agujero al borde inferior del cuerpo de la mandíbula. La distancia entre el borde superior e inferior de la cortical mandibular en la línea perpendicular trazada corresponde al ancho cortical del lado evaluado. El promedio de los anchos corticales de ambos lados de la mandíbula corresponde al MCW (10).

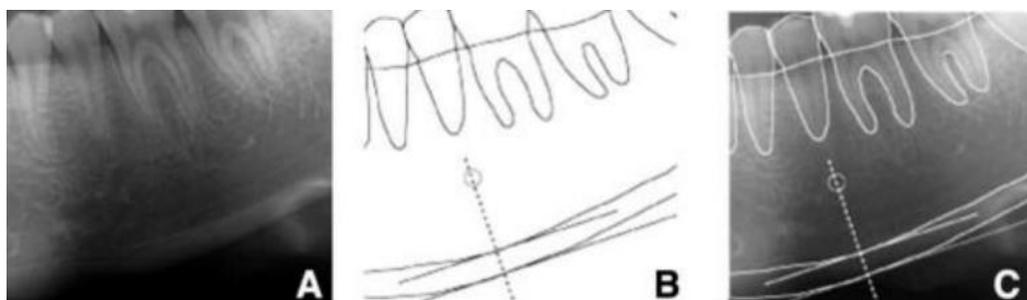


Figura 1: Ancho cortical mandibular: (A) Panorámica de la cortical mandibular(B) Líneas trazadas para la medición del ancho cortical en la zona del agujero mentoniano, la distancia entre las dos líneas paralelas corresponde al ancho cortical(C) Superposición de A y B (10).

El MCW se debe obtener del lado derecho tanto como del izquierdo, para posteriormente calcular su valor medio. Se recomienda realizar el cálculo en radiografías digitales por el alto contraste de las imágenes, facilitando la interpretación (10).

Se ha determinado que un grosor de la anchura cortical mandibular de 3 mm, representa el límite más apropiado compatible con una densitometría ósea normal; una medición inferior a los 3 mm permite categorizar como paciente de alto riesgo para el desarrollo de osteoporosis y al remitirlos podrá considerarse la probabilidad que el paciente presente osteoporosis, siendo necesario confirmar este diagnóstico con densitometría ósea (10, 31, 40).

10. OSTEOPOROSIS EN LA ODONTOLOGÍA

La osteoporosis es una entidad que afecta a todo el sistema óseo, algunos huesos con gran proporción de tejido trabecular son afectados en mayor cantidad en forma precoz respecto a otros, como: 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 osteoporóticos persiste alrededor del esqueleto. Se ha sugerido la existencia de una relación entre la pérdida ósea mandibular y la osteopenia del resto del esqueleto (10, 14).

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. Asimismo, el reborde alveolar constituye un sensible indicador del metabolismo óseo, advirtiendo la existencia de enfermedades óseas sistémicas en humanos (10, 14).

10.1. Alteraciones bucales en pacientes con osteoporosis

10.1.1. Reducción del reborde alveolar

Existen los factores etiológicos de tipo sistémico o general involucrados en la pérdida ósea alveolar, entre los cuales se encuentran la nutrición y el desbalance hormonal. Varios investigadores han encontrado una relación significativa entre la ingesta deficiente de calcio, baja relación calcio-fósforo de la dieta y deficiencia de vitamina D con una severa resorción ósea alveolar (19, 31).

Por otra parte, se ha demostrado que el desbalance hormonal que afecta a mujeres postmenopáusicas intensifica la resorción del reborde alveolar (19, 31).

10.1.2. Disminución de la masa y la densidad ósea maxilar

Se ha demostrado que, tanto la masa ósea como la densidad ósea maxilar, son significativamente mayor en una población sana que en una población con osteoporosis. 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 (19, 31).

10.1.3. Edentulismo

Kribbs ha demostrado que el 20% de los individuos con osteoporosis presentan edentulismo comparado con un 7% del grupo normal. Otros estudios coinciden con lo anterior y establecen que la pérdida dentaria en un grupo con osteoporosis es 2 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. Así como la ausencia dentaria puede ser un signo de osteoporosis, debido a que la pérdida sistémica de masa ósea, se ha sospechado que sería un factor de riesgo para la disminución ósea dental, asimismo, se conoce que después de las exodoncias dentales ocurre la reabsorción de las apófisis alveolares, provocando una pérdida de altura de hueso a ese nivel hasta que se convierte en atrofia alveolar, y aunque la mayor proporción de hueso se pierde el primer año luego de realizar la exodoncia, el proceso continúa durante 25 años (10, 31).

10.1.4. Disminución del ancho cortical óseo

Bras y col. concluyen en la existencia en el 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 goníaco. Esto constituye una medida de masa ósea sugerente de que está ocurriendo una pérdida ósea esquelética generalizada (10, 31).

10.1.5. Alteraciones periodontales

Según estudios aquellos individuos con valores minerales esqueléticos normales conservan mayormente sus dientes y tienen una menor tendencia a desarrollar sacos periodontales en comparación con individuos con osteoporosis. La osteoporosis afecta al hueso maxilar y las alteraciones periodontales aparecen como procesos locales que no están influenciados por enfermedades óseas esqueléticas, por lo que, los factores locales pueden ejercer un efecto mayor sobre la enfermedad periodontal que los factores sistémicos (10, 31).

11. PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES EN PACIENTES CON OSTEOPOROSIS

11.1. *Implicación clínica*

La osteoporosis constituye un problema de gran importancia sanitaria, social y económica, que será mayor en los años venideros debido al aumento de la expectativa de vida en la población, lo que determinará que un mayor número de personas de edad avanzada queden expuestas al riesgo de sufrir esta enfermedad. Durante la atención al paciente con osteoporosis se debe tener en cuenta las manifestaciones bucales, así como el riesgo del individuo a desarrollar dicha entidad. Por lo que se debe realizar una historia clínica tomando en cuenta las interacciones medicamentosas, principalmente el consumo de bifosfonatos, por el riesgo de osteonecrosis asociado a medicamentos, determinar el estado óseo y el riesgo de pérdida ósea (estado del climaterio, niveles hormonales, dieta, ejercicios, ingesta de suplementos de calcio y/o estrógeno) (5, 7, 15, 31).

Durante el examen clínico de la cavidad bucal, se debe determinar los dientes presentes, el tiempo de edentulismo, historia protésica, valorar la zona posterior mandibular. Al determinar la presencia de osteoporosis o el riesgo a desarrollarla, se debe explicar los posibles efectos de la osteoporosis, sugerir consulta médica, promover aumento de la ingesta de calcio (10, 31).

El tratamiento debe basarse en prevenir el desarrollo de complicaciones locales o sistémicas por lo que se debe eliminar placa bacteriana por medio de control mecánico

y químico, prevenir caries, y de existir xerostomía o hiposalivación, prescribir sustitutos o estimulantes salivales. Se debe tener en cuenta en el manejo de la rehabilitación protésica y quirúrgico protésico: la forma del reborde residual, considerar el riesgo de reabsorción del reborde alveolar en forma de filo de cuchillo, considerar el riesgo de fracturas, mantener todos los dientes que puedan ser utilizados para la elaboración de sobredentaduras, evaluar la calidad ósea y realizar reevaluaciones periódicas. También es importante que las prótesis estén bien adaptadas, para que la posibilidad de reabsorción ósea de los rebordes sea minimizada, impidiendo así la potencialización del cuadro de osteoporosis (10, 31).

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el riesgo de osteoporosis utilizando radiografías panorámicas de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, comprendidas entre 50-90 años en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015 y entre 30-90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017, mediante la técnica de Wical & Swoope.

Objetivos específicos

1. Se determinó la diferencia del promedio del ancho cortical mandibular con el uso de las radiografías panorámicas de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) atendidas en la clínica de Radiología de la clínica Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala en los períodos del 2014 al 2017, mediante el método de Wical & Swoope.
2. Se estableció el rango de edad de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) atendidas en la Clínica de Radiología de la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala que tienen mayor riesgo de padecer osteoporosis.
3. Se estableció el riesgo de poder desarrollar osteoporosis según el estado dental de las pacientes, edéntula total, parcialmente edéntula o dentada.

VARIABLES

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Tipo de variable</i>	<i>Escala de medición</i>
<i>Edad (independiente)</i>	<i>Espacio de años que han corrido de un tiempo a otro desde el nacimiento(8)</i>	<i>Tiempo transcurrido de vida del individuo hasta el día que se toma la radiografía.</i>	<i>Cuantitativa ordinal</i>	Años
<i>Estado dental del paciente (independiente)</i>	<i>Ausencia de dolor orofacial, cáncer de boca o garganta, enfermedades periodontales, caries, pérdida de dientes y otras enfermedades que limitan a la persona en su sistema estomatognático(25)</i>	<i>Cantidad de piezas dentales presentes en los pacientes mujeres atendidas en las Clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala</i>	<i>Cualitativo nominal</i>	Edéntula: 0 piezas dentales Edéntula-parcial: 1-19 piezas dentales Dentada: 20< piezas dentales
<i>Promedio del ancho cortical (MCW) (dependiente)</i>	<i>Grosor de la cortical inferior mandibular, calculado por el índice mentoniano(23, 26)</i>	<i>Resultado milimétrico del índice mentoniano utilizado el lado izquierdo y derecho</i>	<i>Cuantitativa continua</i>	Milímetros (mm)
<i>Riesgo (dependiente)</i>	<i>Probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas(6)</i>	<i>Promedio del Ancho Cortical Mandibular (MCW)</i>	<i>Cualitativa nominal</i>	Alto: -3 mm Bajo: +3mm

METODOLOGÍA

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de investigación:

- Transversal
- Comparativo

Población:

Radiografías panorámicas de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT) comprendidas entre 50-90 años en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015 y entre 30-90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Radiografías de pacientes mujeres que fueron atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante los períodos del 2014 al 2017.
- Radiografías de pacientes comprendidas en los rangos de edad establecidos, 50-90 años en el ciclo del 2014 al 2015; y de 30-90 años en el ciclo 2016 al 2017.
- Radiografías de pacientes dentados: que tenían un mínimo de 20 piezas presentes.
- Radiografías de pacientes edéntulas-parciales: que tenían entre un rango de 1-19 piezas presentes.
- Radiografías de pacientes edéntulas: que tenían 0 piezas presentes.
- Radiografías panorámicas representativas que mostraran los siguientes aspectos: (31, 32).
 - Definición del hueso cortical y agujero mentoniano.
 - La mandíbula debía ser mostrada en su totalidad.
 - Magnificación de los planos verticales y horizontales debía ser igual.

- La dimensión mesio-distal de las ramas ascendentes mandibulares, debía ser igual en ambas.
- Solo debían ser evidentes las sombras fantasma más tenues del ángulo contralateral de la mandíbula y de la columna cervical.
- No debían aparecer sombras o artefactos ocasionados por prótesis, pendientes u otros adornos (31, 32).

Criterios de exclusión:

- a) Radiografías de pacientes externos, que no fueron atendidos en la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- b) Radiografías de pacientes que no estaban comprendidas en la edad indicada en los ciclos 2014-2015 y 2016-2017.
- c) Radiografías que no fueron representativas y no mostraban las áreas anatómicas que se necesitaban evaluar, y que mostraran errores durante las tomas.

PROCEDIMIENTO

- a) Se instruyó a los odontólogos practicantes examinadores para el uso del Software ImageWorks 3.1.972 y de la técnica de Wical & Swoope para la interpretación radiológica de las radiografías panorámicas por parte de Diagnóstico por imágenes S.A. (DISA).
- b) Se solicitó a la Dirección de Clínicas de la Facultad el permiso para acceder a las radiografías panorámicas de las pacientes
- c) Las imágenes radiológicas que cumplieron con los criterios de inclusión fueron sometidas a las mediciones del ancho cortical mandibular de forma digital utilizando el Software ImageWorks 3.1.972.
- d) Los datos recolectados fueron anotados y analizados en una ficha elaborada para el estudio, clasificando al paciente en alto, medio o bajo riesgo de padecer osteoporosis. (Anexo 1)
- e) Se tabularon los datos obtenidos del índice cortical mandibular en las pacientes mujeres atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, durante el período de febrero a septiembre

de los años 2014 al 2017, realizando un análisis descriptivo y comparativo, y así poder cumplir los objetivos de la investigación.

- f) Se realizó el análisis estadístico y se redactaron las conclusiones del estudio.
- g) Se procedió a redactar el informe final de la investigación.

Recursos:

- Investigadores
- Asesores
- Capacitadores para el uso del Software ImageWorks 3.1.972
- Material y equipo:
 - Computadora
 - Software ImageWorks 3.1.972
 - Radiografías panorámicas digitales de las pacientes.
 - Impresora
 - Lápices y lapiceros, hojas de papel.

RESULTADOS

De diez mil doscientas noventa y dos (10,292) radiografías panorámicas tomadas de pacientes mujeres comprendidas entre 50-90 años en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015 y entre 30-90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se analizaron cuatrocientas setenta y una radiografías (n=471). Estas radiografías panorámicas cumplieron con los criterios de inclusión de la investigación de este estudio, realizando la medición del ancho cortical mandibular (MCW) y utilizando el método del índice mentoniano de “*Wical & Swoope*”.

Las mediciones realizadas demostraron que el ancho cortical mandibular, presentó un promedio de 4.25 mm +/- 1.28mm, presentando una desviación por rangos de edad de alto riesgo entre 38-92 años, y bajo riesgo entre 30-82 años, presentando en este el rango con mayor cantidad de datos (rango evaluado de 30-92 años). Se obtuvo que el 86% de la muestra se encuentra en bajo riesgo de padecer osteoporosis, no importando si la paciente es dentada, parcialmente edéntula o edéntula total.

Tabla No. 1

Medias de MCW según la clasificación del estado dental de las pacientes atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala en los períodos del 2014 al 2017

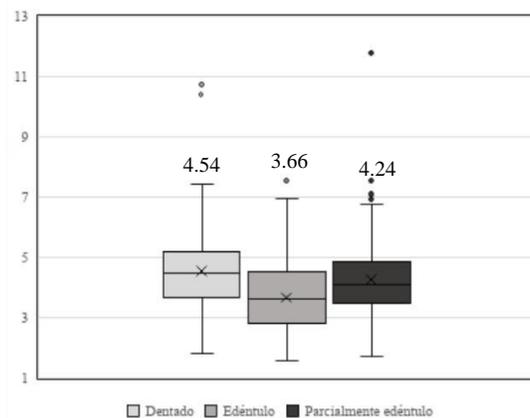
Estado dental	Promedio MCW mm.	σ MCW mm
Dentada	4.54	+/-1.19
Edéntula	3.66	+/-1.20
Parcialmente edéntula	4.24	+/-1.32
Total general	4.25	+/-1.28

Fuente: Datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación

En la Tabla No. 1 se muestran las medias según el estado dental, observando que las pacientes edéntulas tienen el promedio más bajo (3.66 mm). Las pacientes edéntulas parciales presentan los datos más dispersos en cuanto a la media.

Gráfica No. 1

Promedio del MCW de las radiografías panorámicas, de las pacientes mujeres clasificadas como paciente dentada, edéntula y parcialmente edéntula, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala en los períodos del 2014 al 2017.



Fuente: Datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación

La Gráfica No. 1 muestra los promedios de las mediciones del ancho cortical mandibular. Dentadas 4.54 mm, edéntulas 3.66 mm y parcialmente edéntulas 4.24 mm.

Tabla No. 2

Prueba de Dunn realizada para determinar la diferencia entre los grupos según su estado dental tomando en cuenta el valor K de la prueba de Kruskal-Wallis como parámetro (K 37.645)

	Dentada	Edéntula	Parcialmente edéntula
Dentada	0	96.868	37.936
Edéntula	-96.868	0	-58.931
Parcialmente edéntula	37.936	58.931	0

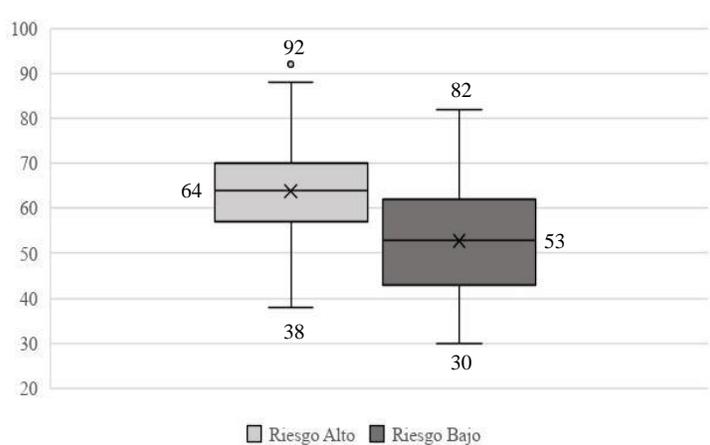
Fuente: Datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación

* En Prueba de Kruskal-Wallis el valor K es 37.645. El valor-p unilateral (<0.0001) es menor al valor alfa (0.05).

En la Tabla No. 4 se detallan los datos obtenidos con la prueba de Dunn, en donde destacan los valores arriba de 37.645 la relación entre dentada-edéntula, parcialmente edéntula-dentada y edéntula-parcialmente edéntula.

Gráfica No. 2

Rango de edad de pacientes mujeres determinando el riesgo de padecer osteoporosis, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala en los períodos del 2014 al 2017.

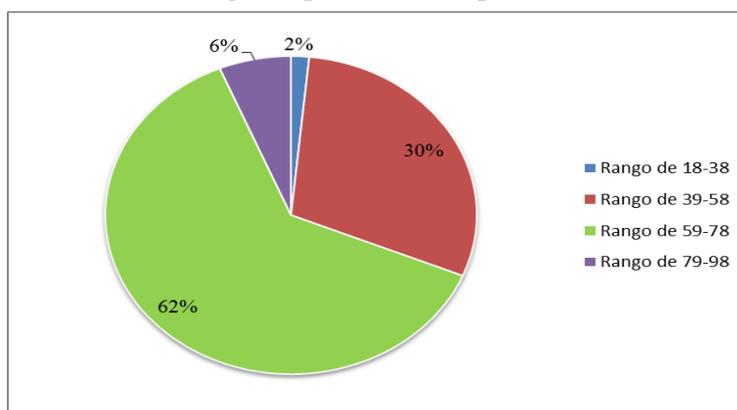


Fuente: Datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación

La Gráfica No. 2 muestra el rango de edad en donde hay más pacientes con alto riesgo de padecer osteoporosis (60 a 70 años), comparándolo con las pacientes que presentan bajo riesgo (50 a 60 años).

Gráfica No. 3

Rango de edad de pacientes mujeres atendidas en la Clínica de Radiología de la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala que tienen alto riesgo de padecer osteoporosis.



La Gráfica No. 3 presenta los rangos de edad en donde se encuentran las pacientes con alto riesgo de padecer osteoporosis, siendo este el rango de 59 a 78 años (62%).

Tabla No. 3

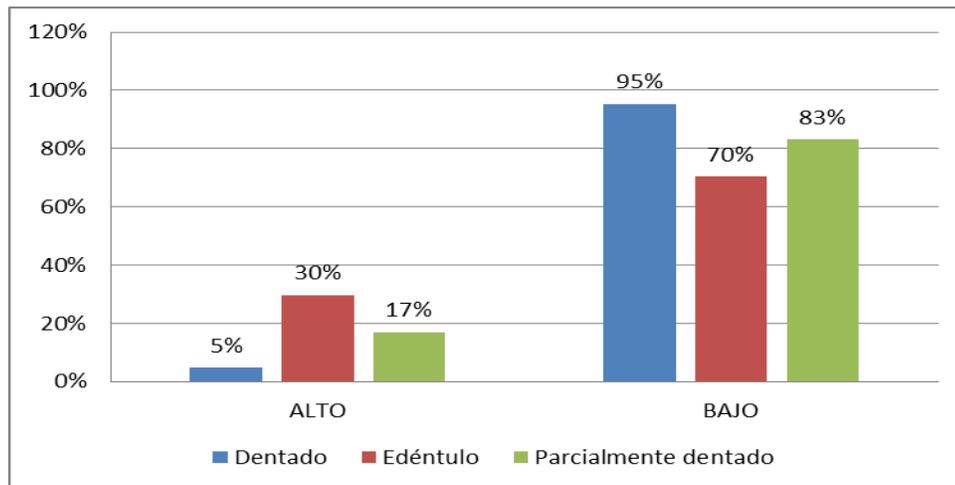
Clasificación dental de las pacientes y su relación con el riesgo de padecer osteoporosis, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala en los períodos del 2014 al 2017.

	Riesgo según clasificación estado dental del paciente		
	ALTO	BAJO	TOTAL
Estado dental	N	n	n
Dentada	11	222	233
Edéntula	32	76	108
Parcialmente dentada	22	108	130
TOTAL	65	406	471

La Tabla No. 5 muestra los resultados de 471 radiografías panorámicas de las pacientes evaluadas; 406 presentan bajo riesgo de padecer osteoporosis y 65 pacientes tienen alto riesgo. La mayor cantidad de pacientes de alto riesgo se encontró en la clasificación dental de pacientes “edéntulas”, contabilizando 32 pacientes (49.23%).

Gráfica No. 4

Relación del riesgo de padecer osteoporosis y el estado dental de las pacientes, atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala en los períodos del 2014 al 2017.



La Gráfica No. 4 muestra el porcentaje de padecer osteoporosis según el estado dental del paciente. El mayor porcentaje de pacientes edéntulas (30%) tiene alto riesgo de padecer osteoporosis, seguido por las pacientes parcialmente edéntulas (17%). La mayoría de las pacientes dentadas (95%), tienen bajo riesgo de padecer osteoporosis.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analizaron cuatrocientas setenta y una (n=471) radiografías panorámicas de mujeres comprendidas entre 50-90 años del 2014-2015 y entre 30-90 años del 2016-2017, clasificadas como paciente integral (PI) y paciente de prótesis total (PT), atendidas en la clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En el proceso de análisis de las radiografías, se excluyeron aquellas que no cumplían con los criterios de inclusión del estudio:

- Radiografías panorámicas representativas que mostraran:
 - Definición del hueso cortical y agujero mentoniano.
 - La mandíbula mostrada en su totalidad.
 - Magnificación de los planos verticales y horizontales iguales.
 - La dimensión mesio-distal de las ramas ascendentes mandibulares igual.
 - Solo debían de ser evidentes las sombras fantasma más tenues del ángulo contralateral de la mandíbula y de la columna cervical.
 - No se debían observar pendientes, sombras o artefactos ocasionados por prótesis.

Para determinar la distribución de los datos obtenidos en el estudio, se realizó la prueba de Shapiro Wilk (Anexo 1) proporcionando un valor W de 0.943 y el valor $P < 0.0001$. Con este dato se pudo determinar que la distribución de los datos no es normal y los análisis estadísticos pertinentes se realizaron con pruebas no paramétricas.

El promedio del MCW de la muestra fue de 4.25 mm +/-1.28 mm, determinando que a través de los datos obtenidos que los pacientes se encuentran en bajo riesgo de padecer osteoporosis con 86% de los datos obtenidos, sin embargo, el 14% (46 pacientes) presentó riesgo alto de padecer la enfermedad, no importando la clasificación del estado dental de las pacientes (Tabla No. 1, Gráfica 1)

En la Gráfica No. 1, se observó que las pacientes edéntulas es el grupo que presenta mayor riesgo de padecer osteoporosis (32 pacientes), demostrando que hay mayor dispersión de datos en este. De acuerdo con Rao, G. (2011) y Carmichael, F. et. al. (2000), la relación que

existe con el incremento de edad de las pacientes y la reducción del hueso cortical de la mandíbula es directo, siendo influyente en el riesgo de padecer o diagnosticar osteoporosis. Los datos presentados en la Gráfica No. 3, se encontró que 40 pacientes (62%) son de alto riesgo de padecer osteoporosis, encontrándose en un rango de edad de 59-78 años, confirmando la relación entre mayor edad y reducción de hueso, y el desarrollo de la enfermedad; no importando el estado dental, evaluado en este estudio, se presentan datos del ancho cortical mandibular (MCW) en los que se refleja, que, de poseer una dentición edéntula, parcial o completa, existirá una disminución del ancho cortical de la mandíbula. (4, 32).

Se utilizó para determinar la diferencia entre los promedios de los anchos corticales según su estado dental, la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 2), dando un valor K de 37.645 y un valor $P < 0.0001$; con estos resultados se determinó que hay diferencia estadísticamente significativa entre los 3 grupos. Para determinar la diferencia entre los grupos, se realizó la prueba de Dunn, en la cual se puede observar que ningún valor es igual al valor K de 37.645, indicando que entre todos los grupos hay diferencia estadísticamente significativa entre el estado dental según su MCW (Tabla No. 4).

En la Gráfica No. 2, se observó que, sin encontrar un parámetro de edad específico en el desarrollo de osteoporosis, se encuentra una relación directa entre los pacientes de mayor edad con el riesgo de padecer la enfermedad. Espinoza, J. et al (2012) menciona que entre mayor tiempo de edentulismo se presente en el paciente, mayor reabsorción existirá en el hueso mandibular, aun siendo este un proceso lento. Justificando así los datos obtenidos en esta investigación, se observó mayor dispersión de datos en los pacientes con bajo riesgo acercándose a la edad de 50 años y los pacientes con alto riesgo, teniendo una menor concentración de datos acercándose a los 70 años, siendo este último más representativo en la categoría de edéntulos. (9)

En la Gráfica No. 4 se observó que las pacientes clasificadas en el grupo de pacientes de prótesis total (edéntulas), son las que presentaron el mayor porcentaje de riesgo en el desarrollo de osteoporosis (30%), seguido de las pacientes parcialmente edéntulas (17%), y finalmente, las pacientes dentadas (5%). Acorde al estudio de Pier Doménico (2012), a mayor

tiempo de edentulismo en las pacientes y a mayor edad, hay mayor reabsorción de la cortical mandibular, aduciendo a un mayor riesgo de padecer osteoporosis. Esto demuestra que existe una relación directamente proporcional entre las pacientes de prótesis total con el riesgo de desarrollar o padecer osteoporosis, ya que estas registraron durante la anamnesis, un período sin órganos dentales y con el uso o no de las prótesis. (26)

En los estudios realizados de los Dres. Eduardo Franco (2016) y Cristian Ramírez (2018), se diferenciaron los resultados obtenidos, ya que en este estudio se amplió el rango de edad de la muestra. Ramírez y Franco, mencionan que en sus estudios se evaluaron mayormente pacientes dentados, por tener muestras pequeñas, por lo tanto, para mayor veracidad de la investigación, se incluyó diferentes estados dentales (dentado, edéntulo, parcialmente edéntulo), debido a que el riesgo de desarrollar osteoporosis se encuentra en personas que presentan un cuadro de edentulismo total. Sin embargo, en los estudios realizados en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encontró un bajo riesgo de padecer osteoporosis, permitiendo al estudiante trabajar de manera eficiente y sin el temor de provocar algún daño a las pacientes (10, 31).

En Perú, la Dra. Lourdes Guevara (2008), ha logrado detectar osteoporosis en las pacientes mediante el uso de la técnica de “*Wical & Swoope*”, teniendo como factor importante la selección de muestra acorde a la edad, porque presenta pacientes arriba de 50 años de edad, ya que estas, en su mayoría presentan menopausia. A pesar de la discrepancia de edades vistas en este estudio y el de la doctora Guevara junto a Pier, Doménico (2012) la técnica es funcional y de gran ayuda para determinar el riesgo de padecer osteoporosis mediante el patrón osteoporótico en las radiografías panorámicas, permitiendo ejecutar el estudio con mayor confianza y de gran aporte para ser utilizado como método de diagnóstico (26, 40).

Watanabe, P.C. et. al. (2008) demostró que las mediciones con MCW son significativas en el área de la evaluación del riesgo osteoporótico; se encontró un promedio de 2.49 +/- 0.67; se encontró que el rango de edad de 59.64 +/- 6.03 tiene mayor riesgo de padecer osteoporosis. El estudio indica que el mejor parámetro para la evaluación del riesgo osteoporótico es la reducción de la densidad mineral ósea, la cual incluye el análisis de la

espina lumbar, cuello del hueso femoral y, por último, el índice de Wical & Swoope. Este estudio reveló que hay alto riesgo en pacientes mayores de 50 años, y se pudo observar que hay similitud en los pacientes de alto riesgo (39).

CONCLUSIONES

Después de haber llevado a cabo el proceso de investigación y de haber realizado el análisis de los resultados obtenidos, se procede a realizar las conclusiones del estudio:

1. El riesgo de padecer osteoporosis mediante la técnica de Wical & Swoope de la muestra de 471 pacientes es de 14% equivalente a un total de 65 pacientes.
2. El promedio del ancho cortical mandibular (MCW) evaluado en las radiografías panorámicas de pacientes mujeres clasificadas como paciente integral y paciente de prótesis total comprendidas entre 50 a 90 años de edad, en el período de febrero del 2014 a septiembre del 2015, y entre 30 a 90 años en el período de febrero del 2016 a septiembre del 2017 atendidas en la Clínica de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, fue de 4.25 mm.
3. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el ancho cortical mandibular (MCW) por medio de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, se obtuvo $K: 37.645$, con un valor $p: <0.0001$ y un valor alfa de 0.05, según el estado dental de las pacientes atendidas en la universidad San Carlos de Guatemala.
4. El rango de edad que se encuentra en mayor riesgo de padecer osteoporosis es de 59 a 78 años, siendo un 62% de la población de alto riesgo. Sin embargo, el rango de 57-70 años es donde se encontró más acumulación de los datos registrado encontrándose una cantidad 36 pacientes.
5. Las pacientes edéntulas poseen el mayor riesgo de padecer osteoporosis presentando un 30%, seguido de los pacientes parcialmente edéntulos con 17% y el grupo de menor riesgo son los pacientes dentados con un 5%.
6. Para determinar el riesgo de padecer osteoporosis en las radiografías, la técnica de Wical & Swoope es funcional y de gran ayuda junto con la ampliación del rango de edad de la muestra y los diferentes estados dentales de los pacientes.

RECOMENDACIONES

Dado a los resultados obtenidos en el estudio, es conveniente resaltar algunos puntos a mejorar, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Implementar el uso del método de Wical & Swoope en la evaluación de riesgo de osteoporosis en las fases de diagnóstico, principalmente la fase III, de las pacientes que ingresan a la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el área de clínicas, para ser referidas posteriormente al médico.
2. Perfeccionar la técnica en la toma de las radiografías panorámicas para centrar las imágenes, que se visualicen todas las estructuras anatómicas necesarias para la utilización de la técnica de Wical & Swoope.
3. En caso de dar continuidad a la investigación se deben analizar radiografías panorámicas de mujeres comprendidas entre un mayor rango de edad que vaya entre los 30 a 90 años de edad, para tener un mejor parámetro de riesgo.
4. Capacitar al personal que toma las radiografías panorámicas, en el posicionamiento de los pacientes, para tener una imagen clara e ideal.
5. A las pacientes que presentan un alto riesgo de padecer osteoporosis, deberán ser notificadas por parte del estudiante para realizar una interconsulta médica.

LIMITACIONES

- Se dificultó la búsqueda de las radiografías debido a que la base de datos no posee una búsqueda avanzada de datos específicos.
- Las radiografías panorámicas solo podían ser observadas en la computadora de DISA-USAC, lo cual obstaculizó el trabajo de campo, ya que se tenían que ver en períodos cuando la clínica estuviera abierta.
- En la toma de las radiografías panorámicas, no existió un posicionamiento estándar del paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barbieri Petrelli, G. et al. (2006). **Actualización en radiología dental: radiología convencional vs digital.** (en línea). Avances en Odontostomatología. 22(2):131-139. Consultado el: 24 de mayo de 2019. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852006000200005.
2. Borja, M. N. (2012). **Edentulismo y su incidencia en el conjunto de estructuras esquelético-musculares de la cavidad oral.** (en línea). Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Ecuador: Universidad San Gregorio de Portoviejo, Unidad Académica de Salud. 168 p. Consultado el: 9 de abril del 2016. Disponible en: <http://www.odontocat.com/odontocat/nouod2/pdf/article%20cita%20odt%2023.pdf>.
3. Camargo, A. J. et al. (2015). **Comparación de dos métodos radiológicos para evaluación de densidad ósea en mujeres posmenopáusia.** International Journal of Morphology 33(2):732-736.
4. Carmichael, F. et al. (2000). **A comparison of the diagnostic utility of two image receptors for panoramic radiography.** Inglaterra: Mcmillan Publishers. (en línea). v.29 pp. 57-60. Consultado el: 18 de diciembre del 2017. Disponible en: <http://www.birpublications.org/doi/pdf/10.1038/sj/dmfr/4600495>.
5. Castellanos, J.; Díaz, L. y Gay, O. (2002). **Medicina en Odontología: manejo dental de pacientes con enfermedades sistémicas.** 2 ed. México: El Manual Moderno. pp. 339-340, 388-389.
6. CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño). (2016). **Aproximación para el cálculo de riesgo.** (en línea). Ecuador. Consultado: 17 de agosto de 2018. Disponible en: http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es
7. Corcuera, J. R. et al. (2014). **Actualization in early detection of osteoporosis.** (en línea). Avances en Odontostomatología. 30(5):251-261. Consultado el 10 de mayo del 2019. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852014000500003.
8. **Diagnóstico de osteoporosis a través de la radiografía panorámica.** (2015). (en línea). México: Consultado el: 25 de junio de 2018. Disponible en: <https://www.odontologos.mx/odontologos/noticias/1594/diagnostico-de-osteoporosis-a-traves-de-la-radiografia-panoramica>



Vo. 130
Rafael Medina 66
04-02-2020

9. Espinoza, J. et al. (2012). **Radiografías panorámicas como método de detección temprana de osteoporosis en mujeres posmenopáusicas.** Acta Odontológica Venezolana (en línea). Venezuela: Universidad de los Andes. Consultado el 15 de mayo del 2019. Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/1/art-24/>.
10. Franco, E. (2016). **Evaluación del ancho cortical mandibular utilizando radiografías panorámicas como auxiliar diagnóstico para la evaluación del riesgo de osteoporosis en pacientes mujeres comprendidas entre 30 y 50 años de edad, atendidas en la clínica de radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el período de febrero a septiembre del año 2014.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. 61 p.
11. Frommer, H. y Stabulas-Savage, J. (2011). **Radiología dental.** 9 ed. México: Editorial El Manual Moderno. 511 p.
12. Gabrielli, L. y Rodríguez, J. A. (2005). **Osteoporosis.** (en línea). Chile: Consultado el 6 de agosto de 2018. Disponible en: <http://publicacionesmedicina.uc.cl/TemasMedicinaInterna/pdf/Osteoporosis.pdf>
13. Goaz, P. and White, S. (1994). **Oral radiology: principles and interpretation.** 3 ed. Missouri: Mosby pp. 548-549.
14. Guercio, E. (1999). **La osteoporosis: sus efectos sobre la cavidad bucal.** (en línea). Acta Odontológica Venezolana. 37(2):95-97. Consultado el 15 de noviembre del 2017. Disponible en: https://www.actaodontologica.com/ediciones/1999/2/osteoporosis_efectos_cavidad_bucal.asp.
15. Guerrero, J.; Dávila, C. y Ramos, P. (2011). **Manual digital descriptivo de la anatomía normal en una imagen panorámica de adulto.** (en Línea). Guatemala. Consultado: 24 de junio de 2018. Disponible en: <http://www.usac.edu.gt/fdeo/biblio/flash/index.html>
16. Haring, J. I. y Jansen, L. (2002). **Radiología dental: principios y técnicas.** Trad. Armando Domínguez Pérez. 2 ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 592 p.
17. Iannucci, J. y Howerton, L. (2013). **Radiografía dental: principios y técnicas.** 4 ed. Caracas, Venezuela: AMOLCA. 436 p.



No. 130.
Diego Medina
 04-02-2020
 67

18. López, J. (2012). **Diagnóstico precoz de la osteoporosis mediante ortopantomografía y radiografías orales.** Rev. Med. Oral, Pato. Oral y Cirugía Bucal. 17(1):13-21.
19. Lugones, M. (2001). **Osteoporosis en la menopausia: prevención y estrategias terapéuticas actuales.** Rev. Cubana de Obstetricia y Ginecología. 27(3):199-204.
20. Marín, F. C. R. (2006). **Prevalencia de osteoporosis en mujeres menopáusicas y posmenopáusicas que asisten a la consulta externa del Hospital General San Juan de Dios que pertenecen a la población guatemalteca residente en ciudad capital.** Tesis (Lic. Químico Farmacéutico). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 66 p.
21. Ministerio de Salud. **La osteoporosis.** (en línea). Perú: Consultado el 29 de junio de 2018. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/portalminsa/efemerides/osteoporosis/osteoporosis.htm>
22. Muñoz-Torres, M. (2010). **Osteoporosis: definición, epidemiología.** 2 ed. España: Revista de Osteoporosis Metabolismo Mineral. 3(11):5-7.
23. NIH (National Institutes of Health). (2000). **Conferencia consenso sobre prevención, diagnóstico y tratamiento de la osteoporosis.** (en línea). Revista: Enfermedades Metabólicas Oseas. 9(6):231-239. Consultado el 15 de mayo del 2017. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-reemo-70-articulo-conferencia-consenso-sobre-prevencion-diagnostico-10021835>.
24. OMS (Organización Mundial de la Salud.) **Salud bucodental.** (s.f). (en línea). Estados Unidos: Consultado el: 17 de agosto de 2018. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/>
25. Padilla, A. (2010). **Anatomía radiográfica en panorámicas.** Venezuela: Universidad de los Andes. Consultado el 4 de mayo de 2019. Disponible en: https://issuu.com/padilla4/docs/anatomia_en_panoramicas.
26. Pier Doménico, B.; Hernández, A. y Ortega, A. (2012). **Evaluación del ancho cortical mandibular (MCW) en la interpretación de osteoporosis en mujeres venezolanas.** (en línea). Venezuela: ODOUS. Consultado el: 15 de mayo del 2019. ODOUS. 12(1):19-27. Disponible en: http://www.imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=96434&id_seccion=4412&id_ejemplar=9424&id_revista=282.
27. Quiroa, C. L. (2009). **Conocimiento que tienen los odontólogos de práctica general sobre medidas de protección (tanto para el operador como para el paciente), en la utilización de rayos X en sus clínicas privadas de la Ciudad de**



Vo. P. 20.
*Karol Maldonado*⁶⁸
 04-02-2020

- Guatemala 2009.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. 75 p.
28. Quispe Freire, P. M. (2013). **Estrategias de manejo integral de la osteoporosis en la mujer menopáusica en el área de ginecología de la clínica central en el período 2013, en edades comprendidas entre 45-70 años.** (en línea). Tesis (Médico Cirujano). Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes, Facultad de Ciencias Médicas. 86 p. Consultado el 20 de mayo del 2019. Disponible en: <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/4484/1/TUAMED010-2013.pdf>.
29. **Radiografía panorámica correcta.** (s.f). Trad. F. Finestres Zubeldia. Alemania: Kodak. 22 p.
30. RAE (Real Academia Española). (2018) **Edad.** (en línea). España: Consultado el: 17 de agosto de 2018. Disponible en: <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=EN8xffh>.
31. Ramírez, C. (2018). **Evaluación del riesgo de osteoporosis por medio de la técnica de "Wical y Swoope", en pacientes mujeres correspondidas entre 30 y 50 años de edad, atendidas en la clínica de la facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el período comprendido de febrero a septiembre del año 2015.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología. 61 p.
32. Rao, G. (2011). **Evaluation of adult cortical bone mass as measured by panoramic mandibular index: a radiological study.** (en línea). India: Consultado el 24 de septiembre de 2014. Disponible en: http://www.webmedcentral.com/wmcpdf/Article_WMC001447.pdf
33. Rivera, S. (2005). **Física matemática para el estomatólogo.** Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. pp. 286-307.
34. Rouvière, H. y Delmas, A. (2005). **Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional: cabeza y cuello.** 11 ed. España: Elsevier. v. 1. 653 p.
35. SIBOMM (Sociedad Iberoamericana de Osteología y Metabolismo Mineral). (2009). **Osteoporosis: prevención, diagnóstico y tratamiento.** (en línea). Perú: Consultado el 20 de mayo del 2019. Disponible en: http://www.spodom.org/download/Consenso_SIBOMM2009.pdf.
36. Souki, N. (2011) **Masa y densidad ósea en ortopantomografías de pacientes periodontales: valoración del polimorfismo genético del receptor de vitamina D.** Tesis. (Doctor en Odontología). España: Universidad de Granada. 87 p.



vo. 130.

[Handwritten signature]
04-02-2020. 69

37. Taguchi, A. et al. (2003). **Relationship between dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover.** J. Bone Miner. Res., 18(9):1689-94.
38. ----- (2006). **Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis.** Osteoporosis Internacional. 17:387-394.
39. Watanabe, P.C. et al. (2008). **Detección de signos radiográficos en enfermedades sistémicas: radiografía ortopantomográfica.** (en línea). International Journal of Morphology. 26(4):915-926. Consultado el: 20 de noviembre del 2017. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v26n4/art21.pdf>.
40. Winck, M.; Licks, R. y Camargo, V. (2008). **Comparación de los índices morfométricos obtenido en radiografía panorámica dental para la identificación de individuos con osteoporosis/osteopenia.** (en línea). Radiol. Bras. 41 (3): 183-187. Consultado el 7 de septiembre de 2018. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0100-39842008000300011.



U.S.C.G.
Rodrigo Medina
04-02-2020.

ANEXO

1. TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SHAPIRO-WILK, EL VALOR-P (BILATERAL) Y EL VALOR ALFA, PARA DETERMINAR LA NORMALIDAD DE LOS DATOS DEL PRESENTE ESTUDIO.

Prueba de Shapiro-Wilk (Xi):	
W	0.943
valor-p (bilateral)	< 0.0001
Alfa	0.05

2. TABLA DE VALORES OBTENIDOS EN EL PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS. EL VALOR OBSERVADO DE K ES 37.645. EL VALOR-P UNILATERAL (<0.0001) ES MENOR AL VALOR ALFA (0.05).

Prueba de Kruskal-Wallis:	
K (Valor observado)	37.645
K (Valor crítico)	5.991
GL	2
Valor-p (unilateral)	< 0.0001
Alfa	0.05
<i>Se ha utilizado una aproximación para calcular el valor-p.</i>	

3..FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
ANCHO CORTICAL MANDIBULAR
(MCW)

ANCHO CORTICAL MANDIBULAR
(MCW)

Edad: _____ Sexo: _____

Edéntula: _____ Parcialmente Edéntula: _____ Dentada: _____

MCW izquierdo: _____ MCW derecho: _____

Promedio (\bar{x}): _____

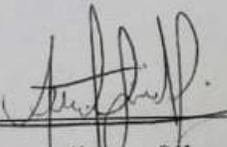
Interpretación: $X = \frac{\text{MCW izquierdo} + \text{MCW derecho}}{2}$

2

Nombre y firma del estudiante

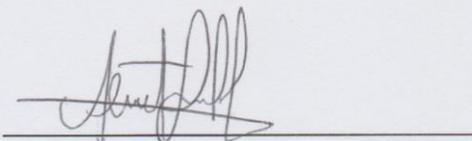
Investigador _____

El contenido de esta tesis es única y exclusiva responsabilidad del autor:



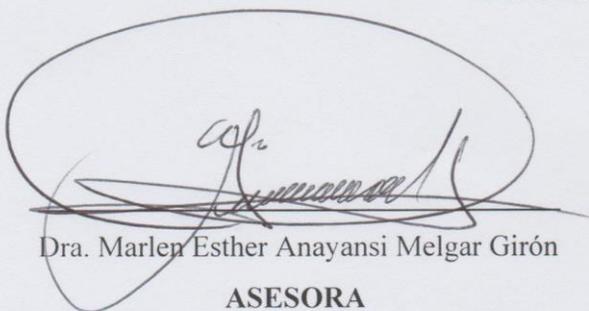
Alberto Silva Linares

FIRMAS DE TESIS

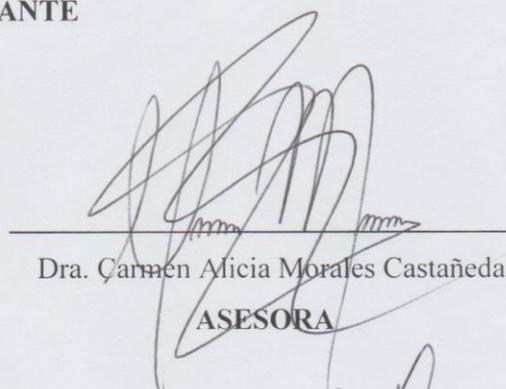


Alberto Silva Linares

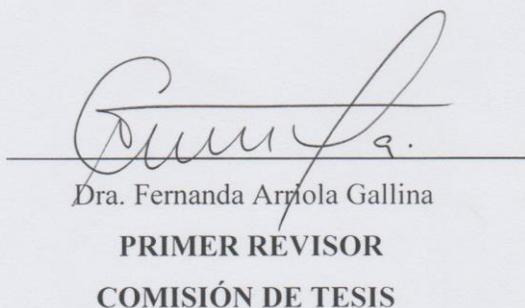
SUSTENTANTE



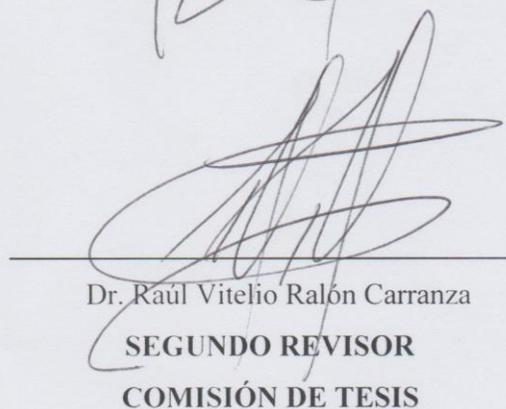
Dra. Marlen Esther Anayansi Melgar Girón
ASESORA



Dra. Carmen Alicia Morales Castañeda
ASESORA



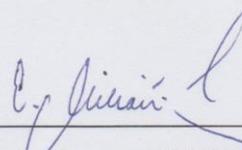
Dra. Fernanda Arriola Gallina
PRIMER REVISOR
COMISIÓN DE TESIS



Dr. Raúl Vitelio Ralón Carranza
SEGUNDO REVISOR
COMISIÓN DE TESIS

IMPRÍMASE:

Vo. Bo.



Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas

SECRETARIO ACADÉMICO

Facultad de Odontología

Universidad de San Carlos de Guatemala

