

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO BRENES

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Seminario de Graduación

**“Radiografía panorámica como método de diagnóstico predictivo y confiable
en el estudio de implantes dentales en mandíbula posterior”**

Director del Seminario de Graduación:

Dr. Alejandro Sáenz Gutiérrez

Sustentantes del Seminario

David Arias Rivera B00623

Cynthia Novo Hernández A82027

María José Sáenz Martínez B15909

Adriana Varela Araya A76706

San José, Costa Rica

Año 2016



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PROGRAMA MACRO DE INVESTIGACIÓN

HOJA DE APROBACIÓN MEMORIA SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Nombre del Proyecto

“Radiografía Panorámica como método de diagnóstico predictivo y confiable en el estudio de Implantes Dentales en Mandíbula Posterior”

Sustentantes:

David Arias Rivera

[Handwritten signature]

Cynthia Novo Hernández

[Handwritten signature]

María José Sáenz Martínez

María José Sáenz M.

Adriana Varela Araya

[Handwritten signature]

Miembros del Tribunal

Nombre

Firma

Néstor Sáenz

[Handwritten signature]

Guina Muvello K.

[Handwritten signature]

David Lafuente

[Handwritten signature]

Tatiana Vayas

[Handwritten signature]

Carlos E. Filloy

[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Vicerrectoría de Investigación
Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información (SIBDI)

Autorización para la digitalización, inclusión y publicación de trabajos finales de graduación (TFG) en el acervo digital del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica (SIBDI-UCR).

Los abajo firmantes, en su condición de autores del TFG _____

AUTORIZAMOS de forma gratuita al SIBDI-UCR, a digitalizar e incluir dicho TFG en el acervo digital del SIBDI-UCR y a publicarlo a través de la página web u otro medio electrónico, para ser accesado según lo que el SIBDI defina para su consulta o divulgación.

Dicho texto se publicará en formato PDF, o en el formato que en su momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre y gratuito, permitiendo su consulta e impresión, pero no su modificación.

Los autores del TFG, garantizan al SIBDI-UCR que la tesis es el trabajo original que sirvió para la obtención de su Título, que no infringe ni violenta ningún derecho de terceros.

Lic., Licda. _____, #cedula: _____

Domicilio: _____

Firma: _____, Fecha: _____

Lic., Licda. _____, #cedula: _____

Domicilio: _____

Firma: _____, Fecha: _____

Lic., Licda. _____, #cedula: _____

Domicilio: _____

Firma: _____, Fecha: _____

Lic., Licda. _____, #cedula: _____

Domicilio: _____

Firma: _____, Fecha: _____

Lic., Licda. _____, #cedula: _____

Domicilio: _____

Firma: _____, Fecha: _____

.....
Para uso interno. Número de tesis: _____

Dedicatoria

Quiero agradecer a Dios por haber culminado todos estos años de estudio y por permitirme concluir de manera exitosa con el Seminario de Graduación. A mi familia que siempre me ha apoyado y a los amigos que siempre estuvieron allí en los momentos más difíciles de la carrera.

-David Arias Rivera

Este trabajo es el reflejo del esfuerzo de todos los que me han apoyado durante estos años. Quiero dedicárselo a aquellas personas constantes en mi vida. A los docentes que se han encargado por que mi proceso de formación académico sea el mejor. A mis amigos que siempre estuvieron presentes en situaciones difíciles. Finalmente, a mi familia y mis padres quienes con su incondicional presencia me han hecho ser la persona que soy hoy que ha cumplido con sus metas.

-Cynthia Novo Hernández

Durante mi proceso de aprendizaje Dios ha sido mi guía en todo momento y, pese a que el trayecto no ha sido fácil, he aprendido a valorar cada detalle y a levantarme con cada derrota; mi fuerza y valor por seguir adelante se han fortalecido en mi fe y en los seres queridos que han estado para apoyarme en todo momento, sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible. Hoy mediante esta dedicatoria, que enmarca mi trabajo final de graduación, quiero agradecer profundamente a mis padres a quienes debo mi vida, mi educación, mi metas y mis ganas por salir adelante, a mis hermanos que han estado siempre a mi lado para corregirme y

apoyarme incondicionalmente y a mi esposo, quien ha sido un pilar fundamental en la culminación de esta meta y quien con su apoyo y cariño incondicional me ayudó a perseverar sin desfallecer hasta el final, siempre al pie del cañón. Por último y no menos importante, quiero agradecer a mi familia y amigos por ayudarme y apoyarme en todo momento.

- Adriana Varela Araya

Para terminar con este trabajo de investigación, primero quiero agradecer a Dios por todo lo que me ha dado y por la oportunidad de estar concluyendo de la mejor manera el Seminario de Graduación; agradezco a mis padres y las personas más cercanas que me apoyaron de manera incondicional e hicieron de momentos difíciles momentos especiales en el paso de la carrera.

-María José Sáenz Martínez

Agradecimientos

Queremos agradecerle enormemente al Dr. Alejandro Sáenz Gutiérrez por su apoyo durante la realización del proyecto Seminario de Graduación. Las lecciones impartidas por su persona fueron esenciales para poder realizar este trabajo y, además, nos brindó un conocimiento invaluable en el área de implantes dentales y en la utilización y manejo del software de tomografía. Le queremos agradecer por siempre estar anuente a apoyarnos, por haber contactado y ayudado en la obtención de las radiografías panorámicas y tomografías. Queremos darle gracias por todas las correcciones, por orientarnos y por ayudarnos a cumplir con las expectativas del trabajo.

Damos gracias a la Máster Jacqueline Castillo Rivas, la cual nos ayudó en la interpretación de los datos que obtuvimos de las radiografías y tomografías. Su ayuda fue sumamente importante para poder finalizar con los resultados y así poder tener conclusiones certeras. Sin la ayuda de ella no se hubiera podido culminar con este trabajo, ya que su interpretación de los datos y sus cálculos fueron los que validaron nuestros resultados.

Finalmente, brindamos un agradecimiento a la Dra. Natalia Ballester Barquero y a la Dra. Gina Murillo Knudsen quienes fueron de gran ayuda en la corrección del trabajo y estuvieron anuentes a todas nuestras dudas y consultas para poder generar un trabajo que fuera de calidad.

Deseamos dedicarle este trabajo no solo a los doctores mencionados anteriormente, sino a todos los que pusieron su grano de arena durante todos estos años de estudio en la facultad de odontología de la Universidad de Costa Rica.

San José, 5 de noviembre del 2016

Señores

Universidad de Costa Rica

Estimados señores:

Por este medio, hago constar que el Seminario de Graduación titulado "Radiografía panorámica como método de diagnóstico predictivo y confiable en el estudio de implantes dentales en mandíbula posterior" de David Arias Rivera con carné B00623, Cynthia Novo Hernández con carné A82027, María José Sáenz Martínez con carné B15909 y Adriana Varela Araya con carné A76706 y dirigido por el Dr. Alejandro Sáenz Gutiérrez ha sido sometido a corrección de estilo a mi cargo donde se han revisado la citación en el método correspondiente y los aspectos gramaticales de la redacción.

Atentamente



Marianela Barzuna Peinador

Cédula: 1 1552 0390

Carné de la Asociación Costarricense de Filólogos: 229

Índice General

Hoja de aprobación memoria Seminario de graduación.....	II
Sistema de Bibliotecas.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimientos.....	VI
Hoja de revisión por el filólogo.....	VIII
Índice General.....	IX
Índice de Imágenes.....	XII
Índice de Cuadros.....	XIII
Índice de Abreviaturas.....	XIV
Resumen.....	XVI
Justificación.....	1
Planteamiento del Problema.....	2
Antecedentes sobre el Tema.....	3
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Metodología.....	6

Metodología estadística.....	10
Desarrollo.....	12
Anatomía Mandibular.....	15
Generalidades de Implantología.....	16
Radiografía Digital.....	21
Radiografía Panorámica u Ortopantomografía.....	24
Tomografía Axial Computarizada.....	29
Tipos.....	31
Ventajas y desventajas de la radiografía panorámica para el planeamiento y colocación de implantes.....	36
Ventajas, desventajas, contraindicaciones y cuando utilizar la tomografía para la colocación de Implantes.....	38
Software OnDemand 3D Dental.....	39
Resultados.....	41
Discusión.....	47
Conclusión.....	51
Cronograma de Actividades.....	53
Factores Facilitadores/Obstáculos.....	54

Bitácora.....	55
Bibliografía.....	57
Anexos.....	61

Índice de Imágenes

Imagen 1. Ejemplo de cómo se realizaron mediciones en pacientes en cuadrante III tanto en vista panorámica como en vista transversal.....	61
Imagen 2. Ejemplo de cómo se realizó mediciones en pacientes en cuadrante III y IV tanto en vista panorámica como en vista transversal.....	62
Imagen 3. Ejemplo de cómo se realizó mediciones en pacientes en cuadrante III y IV tanto en vista panorámica como en vista transversal.....	63

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Estadísticas Descriptivas.....	40
Cuadro 2. Estadística según variable por método de estudio TAC y panorámica...	43
Cuadro 3. Prueba de homogeneidad de variancia de Levene.....	44
Cuadro 4. Estadísticos de prueba.....	45
Cuadro 5. Cronograma de Actividades.....	53
Cuadro 6. Bitácora.....	55
Cuadro 7. Análisis de variancia múltiple.....	64

Índice de abreviaturas

MCA: margen cresta del cuadrante A

MCB: margen cresta del cuadrante B

CTAa: cresta techo de cuadrante A y a minúscula es anterior

CTAb: cresta techo de cuadrante A y b minúscula es posterior

CTBa: cresta techo de cuadrante B y a minúscula es anterior

CTBb: cresta techo de cuadrante A y b minúscula es posterior

CBB Aa: cresta borde basal de cuadrante A y a de anterior

CBB Ab: cresta borde basal de cuadrante A y b de posterior

CBB Ba: cresta borde basal de cuadrante B y a de anterior

CBB Bb: cresta borde basal de cuadrante B y b de posterior

CTAa cresta techo de cuadrante A y a minúscula es anterior

CTAb: cresta techo de cuadrante A y b minúscula es posterior

CTBa: cresta techo de cuadrante B y a minúscula es posterior

CBB Aa: cresta borde basal de cuadrante A y a de anterior

CBB Ab: cresta borde basal de cuadrante A y b de posterior

CBB Ba: cresta borde basal de cuadrante B y a de anterior

CBB Bb: cresta borde basal de cuadrante B y b de posterior

CCM Aa: cresta concavidad milohiodea cuadrante A y a de anterior

CCM Ab: cresta concavidad milohiodea cuadrante A y b de posterior

CCM Ba: cresta concavidad milohiodea cuadrante B y a de anterior

CCM Bb: cresta concavidad milohiodea cuadrante B y b de posterior

MPR: Multi Planar Reformat.

MIP: Maximum Intensity Projection.

minIP: Minimum Intensity Projection.

VR: Volumen Rendering.

CBCT: Tomografía Computarizada de Haz Cónico (Cone Beam Computed Tomography).

FPD: Flat Panel Display (monitor de pantalla plana).

FOV: Field of View (campo de visión).

Resumen

En todo plan de tratamiento odontológico, el estudio radiográfico previo a la realización de un procedimiento es de suma importancia, especialmente en los cuales la realización de una cirugía sea necesaria como en el caso de la cirugía de colocación de implantes dentales.

El propósito de este trabajo es proveer una base teórica y clínica que pueda dar a conocer al odontólogo si mediante el uso de una radiografía panorámica solamente, se puede realizar una correcta evaluación del sitio receptor del implante en la región posterior de la mandíbula y registrar de cuánto es la brecha que hay entre cada método diagnóstico, sea desde el punto de vista de la radiografía panorámica o sea desde la tomografía.

En este estudio, se encontró que es necesario individualizar a cada paciente por cada área anatómica. Las mediciones de las tomografías de alturas verticales en sentido cefálico caudal del cuerpo mandibular presentaron mayores diferencias significativas. Se pudo observar que gran parte de los resultados van a depender del operador y que para que haya certeza de estos datos el operador debe de estar entrenado para interpretar estructuras anatómicas vistas en 3D.

Se halló que cuando hay mediciones de alturas verticales en sentido cefálico caudal del cuerpo mandibular mayores a 10 mm se podrán colocar implantes de al

menos 10 mm de longitud sin peligro. Ahora bien, si se encuentran medidas menores a 10 mm se recomienda solicitar un TAC para evaluar mejor dicha zona.

Justificación

En la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica y en específico en la Sección de Cirugía Oral y Maxilofacial, se realizan numerosos procedimientos diagnósticos y quirúrgicos relacionados con la cirugía dentoalveolar y oral menor, lo cual genera en el estudiantado una riqueza de conocimientos que son analizados de manera objetiva respecto a las guías clínicas, abordaje y protocolos de manejo que enriquezcan la enseñanza y aprendizaje.

No obstante, para el fortalecimiento académico es necesario acotar conocimientos teóricos-prácticos que estén apoyados por las nuevas tendencias de tratamientos odontológicos que enmarquen al estudiante en plano visionario y actualizado.

Por ello y por medio del desarrollo tecnológico se han establecido nuevas alternativas de tratamientos y diagnósticos más integrales que constituyan análisis más críticos, académicos y científicos de las diferentes técnicas quirúrgicas o los elementos diagnósticos en el área de la cirugía oral y maxilofacial, de manera que se permita la optimización del desarrollo del conocimiento.

Tal es el caso del análisis y planeamiento de implantes dentales, pues se han visto altamente favorecidos con el desarrollo de la tecnología asociada a las imágenes diagnósticas en tomografía tipo Cone Beam, la cual ha permitido optimizar el diagnóstico de las condiciones anatómicas de los maxilares, específicamente del sector posterior mandibular, considerado una zona altamente predecible y segura.

Sin embargo, estas nuevas tecnologías de imágenes tridimensionales no están al alcance de muchos pacientes al igual que de algunos odontólogos quienes, por diferentes razones como costos, conocimiento de su uso, accesibilidad o ubicación geográfica, les resultan difícil adquirirlas.

Por tanto, la radiografía panorámica se torna un instrumento diagnóstico primordial. A pesar de ser muy útil, específicamente en el sector posterior de la mandíbula, genera áreas anatómicas muy variables hacia la zona milohioidea, lo cual es la principal causa de fracaso en la ejecución de tratamientos sobre implantes dentales.

Por esta razón, mediante este proyecto se pretende buscar, identificar y desarrollar criterios más profundos respecto a los elementos determinantes para el uso seguro de la radiografía panorámica de modo que permita durante la toma de decisiones clínicas, en situaciones donde el uso de la tomografía no sea posible, establecer técnicas quirúrgicas, diagnósticas y de aplicación certeras.

Planteamiento del Problema

¿Es posible realizar el planeamiento de un implante dental en el sector posterior de la mandíbula mediante el uso único de la radiografía panorámica para evaluar dicha zona?

Antecedentes

Según un estudio llevado a cabo por Laín con 19 pacientes de los cuales 10 requerían un implante de arcada superior y 9 de arcada inferior. Se utilizó una guía quirúrgica con gutapercha o bola esférica de metal para tomar la radiografía panorámica y la tomografía, para que se lograra evaluar el mismo punto. Las mediciones se hicieron del canal mandibular o el borde inferior de la mandíbula a la cresta ósea y en maxila del seno maxilar o base de la nariz a la cresta. Se encontró que la desviación estándar fue menor del 20 % de la medida significativa en la altura ósea. En todos los casos, menos en tres, la altura significativa del hueso medido de la panorámica fue mayor que el obtenido con la imagen de la tomografía.¹

Otro estudio realizado en la Universidad de Aarhus Denmark con una muestra de 120 pacientes halló que cuando se calculaba el tamaño de los implantes según las tomografías, al compararlos con las panorámicas, se presentó una magnificación de 1.25 y hubo una diferencia en el 85 % de los casos en cuanto al tamaño y grosor. Caso contrario ocurrió sin el uso de magnificación, donde se encontró una diferencia en el 93 % de los casos, esta diferencia se evidenció en la longitud con un 69 % y en el ancho con un 66 %.²

Por tanto, los implantes planeados con el uso de tomografía eran más largos que los planeados con panorámicas en un 43 %, más anchos en un 56% y más cortos en 21 %y 17 % de los casos respectivamente. En el área de la maxila y la

mandíbula, en la porción anterior, los implantes resultaron ser en un 50 % más cortos y en la región posterior 10 % más cortos.²

En este estudio, se demostró que la selección de implantes está considerablemente influenciada por la técnica radiográfica que se utilice y, en general, los implantes analizados según las tomografías eran más largos en comparación con aquellos proyectados con la radiografía panorámica.²

Por otra parte, en un estudio de maxilares posteriores atrofiados con 128 pacientes se concluyó que con el uso de la radiografía panorámica en comparación con la tomografía se sobreestima la necesidad de aumento del seno maxilar por lo que se reduce la duración de la cirugía y el tratamiento al eliminar el periodo de sanado del injerto y, con ello, se reduce el costo de tratamiento, la incomodidad por parte del paciente y el riesgo de morbilidad.³

Objetivo General

Establecer un instrumento predecible y confiable comparativo entre la radiografía panorámica digital y la tomografía tipo Cone Beam, que permita la selección de implantes dentales en casos donde el recurso diagnóstico sea únicamente la radiografía panorámica digital.

Objetivos específicos

1. Conocer la anatomía mandibular, sus variantes anatómicas y relación con los implantes dentales.
2. Comprobar, mediante la observación comparativa de imágenes diagnósticas digitales, TAC y radiografía panorámica, las diferencias en las mediciones, de modo que se puedan correlacionar y, así, determinar las alturas verticales en sentido cefálico caudal del cuerpo mandibular
3. Establecer criterios confiables en la selección de la longitud de los implantes dentales para la colocación en el sector posterior de la mandíbula usando la radiografía panorámica digital como método diagnóstico.

Metodología

Se determinan los temas a abordar durante el trabajo de investigación, incluyendo contenidos de anatomía mandibular, radiografía panorámica, tomografía axial computarizada e implantes.

Para desarrollar el tema de investigación, se contará con la participación de un grupo de estudiantes de la carrera de Licenciatura en Odontología, pertenecientes al Seminario de Graduación, los cuales tendrán a cargo el desarrollo de la temática teórica, el estudio del tema, la recolección de datos, la elaboración de resultados y el análisis de los mismos.

Se establece durante el desarrollo de los temas de investigación que el estudio será de tipo observacional.

Se realizó una búsqueda en internet mediante el uso de Google académico bajo el título de “comparación de la tomografía y la radiografía panorámica para el diseño de implantes” y “*comparison of tomography and panoramic radiography for the design of implants*” para obtener antecedentes que sirvan de base para el trabajo.

La población de este proyecto será definida por medio de la asesoría estadística, con el fin de establecer confianza en la consolidación de los resultados.

La población escogida deberá contar con la característica de presentarse en el rango de edad de 18 a 65 años.

En la imagen radiográfica panorámica y el TAC se debe lograr identificar el borde basal de la mandíbula, el canal mandibular y la hemiarcada o arcada completa de la mandíbula.

Se seleccionará de manera aleatoria y anónima la base de datos de imágenes digitales, para así comparar, analizar, documentar, concluir e incorporar las diferencias en la interpretación anatómica que se derivan de una imagen panorámica y una reconstrucción tomografía. Para estandarizar, en el estudio se utilizará un equipo radiológico Instrumentarium y las imágenes serán digitales, de modo que todas las mediciones sean computarizadas.

La calibración de los estudiantes se hará con respecto a los sitios o puntos anatómicos específicos ubicados a nivel mandibular tanto para la radiografía panorámica como para la tomografía.

Mediante el programa de Tomografía, cada paciente se ingresará a la vista axial, donde se hará un arco sobre el centro oclusal e incisal de las piezas dentales, lo cual nos dará una visión de panorama, transversal y 3D.

En la vista de Panorámica, se pondrá el TH en 10 mm y el filtro en 2x. En la vista Transversal se pondrá el TH en 1 mm y el filtro en 1x.

Se irá al cuadro en 3D, se elegirá la opción de nervio y se pondrá por encima del foramen mentoniano. Acá se da clic izquierdo para desplegar las opciones al ítem entro sólido y se mostrará dónde está el foramen mentoniano en la visión panorámica. Esto ubicó el límite anterior al foramen mentoniano que va desde el borde basal de la mandíbula hasta la cresta ósea.

El límite posterior será la porción más posterior de la rama interna de la mandíbula. De ahí, se dividirá en dos partes iguales, trazando una línea media desde el borde basal hasta la cresta ósea. A su vez, se dividirá en dos partes iguales desde el límite posterior hasta la línea media trazada y de la línea media trazada hasta el límite anterior, lo que da como resultado 4 partes de igual longitud.

Con uso del el cursor, se lleva a la línea trazada entre el límite posterior y la línea media y se deslizó hacia la parte posterior hasta que este desaparezca. En este punto, se traza una línea desde el techo del canal mandibular hasta la cresta ósea y este mismo procedimiento se realiza con la línea trazada entre el límite anterior y la línea media. Estas medidas se insertaron en la tabla de mediciones panorámicas.

Luego de esto, se mueve con la barra de desplazamiento vertical en el cuadro de imagen transversal y se observa como en la vista panorámica se movió el cursor que nos indicará el punto donde se hizo la medición en la vista panorámica. Una vez que se llegue a este mismo punto donde se tomó la medida, se realizará la medida en el sector transversal.

Las líneas que se tomarán como parte de la comparación entre la vista panorámica y la transversal son las trazadas del límite posterior hasta la línea media, la trazada desde la línea media hasta el límite anterior y las líneas trazadas desde el techo del canal mandibular hasta la cresta ósea, respectivamente.

De acuerdo con las primeras líneas citadas anteriormente, en la imagen transversal se traza la misma línea desde el borde basal hasta la cresta ósea. Por otro lado, se traza otra línea desde el techo del canal mandibular hasta la cresta ósea en la vista panorámica, en este caso en la vista transversal se esbozaron dos líneas, una equivalente a la realizada en la vista panorámica y una segunda desde la concavidad milohioidea hasta la cresta ósea.

Se digitaron los datos en los cuadros con los resultados obtenidos y a partir de esto se comienzan a hacer los cálculos para observar la variabilidad en porcentajes y en milímetros según las medidas obtenidas desde una vista panorámica comparada con las medidas obtenidas desde una vista transversal que es únicamente posible con el uso de las tomografías.

Una vez tabuladas las mediciones tanto a nivel de radiografía panorámica y de tomografía, se correlacionan con el fin de determinar las alturas verticales en sentido cefálico caudal del cuerpo mandibular.

Con estas medidas, se determinó la longitud del implante necesaria para ser colocado de una forma segura cuando se tomen decisiones diagnósticas con base a una radiografía panorámica.

Método estadístico

Para el análisis de los datos estadísticos, se establecieron una serie de variables que permitieran al operador diferenciar los puntos anatómicos a la hora de analizar la panorámica y la tomografía.

En este sentido, cada variable representa puntos anatómicos que involucran una medición y muchos de ellos se representan a nivel de panorámica y tomografía y otros solo en una de ellas.

Una vez realizadas las mediciones se tabularon por medio de estadística descriptiva donde se analizó cada variable, además de analizarse el índice de confianza (95 %) y la desviación estándar. Para comprender de mejor forma el análisis estadístico, se realizó una descripción de términos estadísticos de importancia.

Asimismo, se realizó un análisis estadístico según cada variable por método de medición, (panorámica o tomografía) y con ellos se determinó la muestra, el promedio y la desviación estándar.

Dadas las múltiples variables cuantitativas, se decidió realizar un análisis de multivarianza donde se establecieron resultados con importancia significativa estadísticamente. De igual forma, se emplearon pruebas no paramétricas para lograr diferenciar los datos de grupos independientes donde las variables cuantitativas presentaron distribuciones idénticas. Por último, se emplearon pruebas de homogeneidad de Levene.

Desarrollo

En la Odontología actual, la radiografía bidimensional es de uso diario y hasta los últimos años se ha comenzado a utilizar imágenes tridimensionales como una herramienta de ayuda para realizar diagnósticos acertados, principalmente en las áreas de cirugía oral y maxilofacial, periodoncia, prostodoncia e inclusive endodoncia. La imagen tridimensional ha sido descrita como superior en precisión en comparación con las imágenes bidimensionales. Las radiografías más usadas son las periapicales y la ortopantomografía.⁴

En casos más especiales, la radiografía oclusal y la cefalométrica puede ser usada para planeamiento de casos en ortodoncia. La tomografía computarizada empezó a usarse desde 1970 en medicina y en 1990 en estudios endodónticos. La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) apareció en 1997. En ella, se logra apreciar dientes impactados, la articulación temporomandibular, defectos maxilares, rehabilitación implantarfa e imágenes para uso endodóntico y ortodóntico.⁴

El examen radiográfico es de suma importancia para la evaluación previo a la colocación de un implante dental. Esta prueba brinda información acerca de la cantidad y calidad del hueso y el contorno y provee la visualización de estructuras anatómicas vitales adyacentes al sitio a colocar el implante. La imagen ideal para el diseño del implante es aquella en la que se puedan observar secciones como la

ósea, una vista buco lingual de la mandíbula o maxila con la mínima distorsión y que pueda proveer la densidad del hueso, así como el grosor de las corticales. Uno de los puntos más importantes es que la técnica a aplicar debería ser de bajo costo para el paciente.¹

El uso de la radiografía panorámica es sumamente efectivo como una herramienta para diagnosticar complicaciones en el tratamiento de rehabilitación con implantes. En esta línea, es importante de recalcar que es necesario que el odontólogo esté familiarizado con las formas de los implantes y con cómo estos se reflejan en la radiografía panorámica para entender el diseño del implante, ya que dependiendo de la angulación del haz de rayos x, la forma puede verse distinta.⁵

Con la radiografía panorámica, se va a obtener información acerca de las piezas dentales y el hueso de soporte, se logran detectar cuerpos extraños, restos radiculares, lesiones, piezas supernumerarias y patologías que no se pueden ver a nivel clínico.⁵

La meta al elegir una técnica radiográfica es utilizar un método que brinde la suficiente información para realizar un diagnóstico con la menor cantidad de radiación posible y el menor costo para el paciente. Por un lado, la radiografía periapical es excelente para evaluar la calidad ósea, dientes adyacentes y condiciones periodontales; por otro, la panorámica provee información de la mandíbula y maxila y da información para la evaluación preliminar para la colocación de implantes.²

La tomografía proporciona las dimensiones buco linguales de regiones edéntulas desde diferentes puntos de vista, aunque el problema es el incremento de la dosis de radiación, el costo y muy pocos consultorios dentales cuentan con equipo tomografico.²

Para todo tratamiento odontológico, es necesario realizar un examen clínico, un examen radiográfico y una anamnesis exhaustiva para poder decidir cuál es el plan de tratamiento más adecuado para el paciente a corto y largo plazo.

Desde el punto de vista radiológico, las imágenes diagnósticas que se utilizan para el debido planeamiento de la colocación de implantes son necesarias, ya que, mientras avanza la tecnología en este tema, son más los pacientes que desean someterse a este procedimiento. Por este motivo, se debe de intentar utilizar técnicas que no incrementen innecesariamente la carga de radiación sobre la población y que al mismo tiempo sean imágenes con alto grado de fiabilidad y que den la mayor cantidad de información posible para lograr resultados terapéuticos favorables y duraderos para el paciente.²

Es importante tener un balance entre poder recolectar toda la información que pueda ser necesaria mediante el examen radiográfico, la dosis de radiación y los recursos económicos empleados, además de siempre adherirse al principio radiológico de ALARA por su denominación en inglés *as low as reasonably*

achivable que significa “tan bajo como sea razonablemente posible”, lo cual toma en cuenta tanto la cantidad de radiación como el costo económico.²

Anatomía mandibular

Es muy importante conocer la anatomía de la zona en donde se pondrá el implante debido a estructuras vitales que allí pueden encontrarse. Específicamente, la mandíbula se va a dividir en 2 zonas, la zona anterior (delante del agujero mentoniano) y la posterior (detrás del agujero mentoniano).⁶

En la zona antero-inferior en su zona media se encuentra la sínfisis mentoniana, sobre la línea media se encuentra la protuberancia mental, cerca del borde inferior del hueso y en su parte lateral el tubérculo mental. También, se hallan las fositas mentonianas y a cada lado de las fositas parte la línea oblicua externa.⁶

En la cara vestibular de esta zona anterior se halla la sínfisis mandibular por lo que hay que tener en cuenta la angulación de esta.⁶

El límite posterior va a estar dado por el agujero o foramen mentoniano, el cual se localiza entre la primera y segunda premolar a unos 25 mm de la sínfisis mandibular, aunque Vázquez et al indican que se encuentra de 20-31 mm de la sínfisis mentoniana.⁶

En la zona posterior, se va a encontrar la salida del conducto dentario inferior o nervio alveolar inferior. Cabe destacar que se debe tomar en cuenta la prominencia ósea marcada en la zona lingual, la cual puede tener un mayor impacto en la colocación de implantes.⁶

El conducto del nervio dentario inferior visto en una radiografía panorámica tiene dos corticales bien definidas, una superior y otra inferior donde la cortical inferior es más gruesa que la superior por lo que será muy útil a la hora de trazar el recorrido del nervio, sobre todo en aquellas radiografías donde no se ve con claridad el conducto.⁶

Generalidades de Implantología.

El implante es un dispositivo hecho de un material biológicamente inerte que es insertado mediante cirugía en el hueso alveolar y sustituye la raíz de un diente ausente. El implante está en contacto únicamente con tejido óseo y el pilar protésico prolonga el implante sobre los tejidos blandos. Una cuarta pieza denominada junta se encarga de unir el pilar protésico con la prótesis dental, la cual puede ser atornillada o cementada.⁷

Existen diferentes tipos de implantes, pero se destacan aquellos que tienen cuerpo rugoso y roscado, con dimensiones que varían entre los 6.0-16.0 mm de largo y 3.5-5.0 mm de diámetro. En la actualidad, existen diferentes geometrías de

implantes dentales, pero la más difundida es la de tipo tornillo o “screw-type”, la cual posee alta retención mecánica dada por el cuerpo acanalado y una gran habilidad para transferir fuerzas compresivas mientras que mejora la estabilidad inicial.⁷

Desde que se introdujeron los primeros implantes endoóseos por Branemark en los años 60s, empezaron nuevos diseños y modificaciones. Entre estos se encuentran los revestimientos bioactivos de cerámica que se han desarrollado para mejorar la integración del implante al hueso, la hidroxiapatita (HA) que compensa hasta cierto punto la baja calidad del hueso y a los pacientes comprometidos por el uso de tabaco, sin embargo algunos investigadores han hablado sobre su susceptibilidad a infecciones microbiológicas, reabsorción y fracturas a largo plazo.⁸

Los implantes de titanio puro (CP-Ti) se oxidan en el aire o fluidos tisulares, formando un revestimiento invisible protector contra la corrosión. Se han fabricado con la aleación en aluminio o vanadio para incrementar la fuerza y disminuir el peso.⁸

La influencia de la geometría del implante sobre la estabilidad primaria es controversial. Se descubrió, según Balleri et al. Y Horwitz et al, que el largo del implante no tenía ninguna correlación con la estabilidad, mientras que el diámetro si es un factor determinante. Por otro lado, otros autores han descrito lo contrario, mientras que otros autores dicen que ninguno de los dos es un factor determinante en la estabilidad. Por esto, aún no hay un consenso sobre este tema.⁹

Se ha aceptado que los implantes colocados en mandíbula son más estables y tienen una mayor tasa de éxito que los implantes colocados en maxila, sobre todo por la mayor proporción de hueso lamelar que de hueso esponjoso. Por otro lado, hay controversia sobre la colocación y éxito de los implantes en la región anterior sobre la posterior y su estabilidad debido al ancho de los alveolos por ser sitios con piezas multirradiculares.⁹

Un método para medir estabilidad que muestra ser particularmente prometedor es el uso de Análisis de la Frecuencia de Resonancia (RFA), el cual fue diseñado por Meredith et al como un método no invasivo para medir la estabilidad cuantitativamente.⁹

En el caso de la región posterior de maxila y mandíbula, con un hueso de poca textura, el rango de éxito es entre 50-80 %. Es difícil estimar la estabilidad primaria óptima en la región posterior por lo que lleva a mayores índices de fracaso del implante.¹⁰

En general, el éxito de los implantes está relacionado con la calidad y cantidad de hueso local, el diseño del implante y la técnica quirúrgica. El diámetro y la longitud son aceptados como factores clave. La zona posterior de la maxila y mandíbula, donde se da la función principal masticatoria, está compuesta principalmente por hueso tipo IV y la mayoría de pérdida de hueso se da en esta región.¹⁰

Branemark introdujo el término de oseointegración para referirse a la aceptación y anclaje de piezas de titanio colocadas en hueso maxilar.⁷

Para la colocación de un implante es importante tomar en cuenta diferentes factores entre los cuales se cuenta el hueso alveolar que está formado por dos estructuras: el proceso alveolar y la cortical alveolar. Una lesión como la producida por el procedimiento de inserción de un implante dental se recupera siguiendo las etapas del proceso de cicatrización del hueso intramembranoso.⁷

Otro factor importante es la calidad de hueso con el procedimiento quirúrgico utilizado. Se denomina calidad de hueso a la relación de cantidad existente entre la proporción de hueso cortical de la cortical alveolar con la proporción de hueso trabecular del proceso alveolar. Según esta relación, un hueso con calidad 1 es predominantemente cortical, mientras que un hueso con calidad 4 es predominantemente trabecular. Las calidades de hueso tipo 1 y 2 presentan mayor estabilidad y mayor anclaje tras la inserción del implante dental, ya que presentan mayor densidad y menor porosidad. Por otro lado, el hueso trabecular está en cercanía con la médula ósea y el tejido hematopoyético por lo que puede ser más conveniente el sitio de implantación en hueso calidad tipo 3 o 4, puesto que presenta un menor tiempo de cicatrización.⁷

El hueso tipo 4 está caracterizado por una capa fina de hueso cortical que rodea hueso trabecular de baja densidad y presenta poca fuerza y, sobretodo, es encontrado en maxila posterior.¹⁰

Estudios han demostrado que la cantidad de hueso esponjoso no incrementa la estabilidad del implante en el momento de la cirugía, mientras que el grosor del hueso cortical sí aumenta la estabilidad del implante. Los implantes en la mandíbula tienen mayor éxito que aquellos en la zona posterior de maxila. Horiuchi et al sugirió que los implantes deben de tener 10 mm de largo y Chiapasco et al propuso que es mejor utilizar implantes mayores o iguales a 14 mm de largo y mayores o iguales a 4 mm de diámetro.¹⁰

La selección de la longitud y grosor del implante a colocar están dados por el volumen de puente alveolar disponible y la localización de los dientes vecinos en conjunto con las estructuras anatómicas vitales cercanas, siempre basándose en el principio que el implante debe de estar rodeado completamente de suficiente cantidad de tejido óseo. También se toman en cuenta otros parámetros como la densidad ósea, el tipo de prótesis a instalar, el protocolo de tratamiento, ya sea si es una carga inmediata o la colocación de un implante en un alveolo del cual se acaba de hacer la extracción y también dependiente del tamaño del implante a colocar.²

Antes de la cirugía para poner un implante dental, es un requisito evaluar la altura residual del hueso alveolar en el área donde se colocará el implante, la localización del piso nasal y el seno maxilar, la localización del canal mandibular, la detección de lesiones en el hueso de la mandíbula, las raíces adyacentes y más.¹¹

Radiografía Digital (RD)

Durante el proceso diagnóstico odontológico, se deben de considerar una serie de elementos que le permitan al operador obtener un panorama más veraz. Para ello, se han implementado una serie de instrumentos y métodos que permitan a través de la evidencia clínica establecer un plan de tratamiento de acuerdo con las necesidades del paciente.¹²

El estudio radiográfico de las estructuras dentales y maxilofaciales es uno de ellos y se puede realizar mediante técnicas intraorales y extraorales, que se definen por la colocación de la película, sea dentro o fuera de la cavidad bucal. Algunas técnicas se pueden efectuar con equipos dentales convencionales o bien con equipos que permitan variar además el kilo-voltaje y el mili amperaje.¹³

Uno de los métodos diagnósticos que se ha utilizado por más de 100 años es la película fotográfica, usado para obtener imágenes de Rayos-X. Estas imágenes por medio de pantallas intensificadoras y procesamientos químicos para su revelado logran que tanto el operador como el paciente tengan a su alcance un elemento diagnóstico que puede ser transportado y archivado con gran facilidad.¹²

No obstante, a través del desarrollo tecnológico la obtención de imágenes para el proceso diagnóstico evolucionó de las películas fotográficas a imágenes digitales que hasta en la década de los 90 tuvieron un papel innovador, pero a su vez carecían de buena resolución, lo cual vino a significar un reto para sus

diseñadores, ya que las posibilidades diagnósticas de la radiografía digital deberían de igualar y superar a las de la imagen radiográfica empleando el uso de películas fotográficas.¹²

La RD es una forma de la imagen por rayos X donde sensores digitales son utilizados en lugar de una película fotográfica tradicional. La confección de la radiografía digital es similar a la radiografía convencional, pero se diferencia utilizando una placa de almacenamiento de imagen de fósforo en lugar de la película convencional, lo que permite el almacenamiento de un sin número de valores de grises. Asimismo, con la radiografía digital, estas imágenes pueden ser producidas usando una dosis de radiación considerablemente menor a la radiografía tradicional.¹⁴

En el campo médico, alrededor del año 1967, se empleaban los Tomógrafos Computarizados que proporcionaban imágenes digitales, aunque estos prototipos eran tenían usos muy exclusivos y eran para valoraciones generales del paciente.¹⁵ Actualmente, las imágenes digitales han logrado establecer estándares de calidad altos, capaces de competir con la radiografía tradicional. Las ventajas a las que eso conduce han permitido al operador obtener de manera rentable y eficaz imágenes que pueden ser almacenadas y recuperadas con eficacia.¹²

El uso de las imágenes digitales computarizadas favoreció notablemente al operador y al paciente. Dentro de las ventajas que han proporcionado estas imágenes, se pueden mencionar:

- Mejora de la resolución de imagen a través del uso de píxeles.
- Aumento de tamaño de las imágenes a través del uso de píxeles
- Mejoras en el fragmento de profundidad, que evoca a las tonalidades de grises que presenta la radiografía, aumentando en un rango de 256 valores, aproximadamente. Esto permite que la densidad ósea de las estructuras anatómicas sea más evidente.
- Menor radiación para el paciente, lo cual permite obtener resultados de calidad e imágenes claras sin necesidad de sobreirradiar al paciente.
- Creación de imagen a color, además de las escalas de grises.
- Menor cantidad de materiales contaminantes.
- Se logra desplegar las imágenes de manera instantánea, de fácil manejo, almacenaje y recuperación.¹⁵

No obstante, tanto el resultado final de las imágenes radiográficas tradicionales como las digitales sigue siendo una imagen bidimensional que muestra tan solo dos planos, lo cual crea distorsiones y superposiciones de imágenes.¹⁶

Las radiografías panorámicas convencionales y digitales consisten en métodos diagnósticos, pues cubren toda la arcada y las estructuras circundantes, los huesos faciales, los cóndilos, partes del seno maxilar y complejos nasales de manera que la necesidad de realizar radiografías detalladas se limita a situaciones complicadas y en áreas concretas.¹⁶

El uso de tomógrafos digitales retoma la importancia diagnóstica en el proceso de establecimiento de planes de tratamiento que evocan problemas más allá de los traumatismos maxilofaciales, pues los tomógrafos lograron solventar el problema de las imágenes bidimensionales, ofreciendo la posibilidad de observar un tercer plano en las imágenes digitales.¹⁶

Radiografía panorámica u ortopantomografía

La radiografía panorámica es una radiografía de la cual se obtiene una única imagen plana que incluye las arcadas maxilar y mandibular y las estructuras de sostén. De esta radiografía, se obtiene información sobre la dentadura residual, estructuras anatómicas y la disposición en sentido vertical del hueso residual en zonas edéntulas. Dentro de sus ventajas se incluye la ampliación de la cobertura de los huesos faciales y de los dientes, la baja dosis de radiación para el paciente (alrededor de 5 a 25 microsieverts), la comodidad del paciente, además de que puede emplearse en pacientes con apertura reducida.¹⁷

Su principal desventaja es que la imagen resultante no muestra el detalle anatómico fino que sí es apreciable en las radiografías periapicales intraorales, además de que presenta una distorsión geométrica entre el 20 y el 25% dependiendo de la zona que estemos observando. En los principios de la formación de la imagen panorámica, hay dos discos adyacentes que rotan a la misma

velocidad en direcciones opuestas mientras que un haz de rayos X pasa a través de sus centros de rotación.¹⁷

En la práctica, el centro de rotación se localiza lateralmente lejos de los elementos a radiografiar. Durante el ciclo de exposición, la máquina cambia automáticamente a otro centro de rotación, la velocidad de movimiento de la película detrás de la hendidura se regula para que sea la misma que la del rayo central que pasa a través de las estructuras dentales en el lado del paciente próximo a la película.¹⁷

Las estructuras en el lado opuesto del paciente, o sea cerca del tubo de rayos x, se encuentran distorsionadas y fuera del foco debido a que las de rayos x barren a través de ellas en la dirección opuesta a las de la película. Además, las estructuras próximas a la fuente de rayos x están tan ampliadas que pierden nitidez en la radiografía resultante y aparecen como imágenes fantasmas o difusas. En la radiografía resultante, solo se proyectan de forma útil estructuras cercanas a la película. Las estructuras como el hueso hioides y la epiglotis aparecen como imágenes dobles.¹⁷

Actualmente, la mayoría de los aparatos panorámicos emplean un centro de rotación de movimiento continuo y esto optimiza la forma del plano focal para mostrar los dientes y el hueso de soporte. El centro de rotación se encuentra inicialmente cerca de la superficie lingual de la mitad derecha de la mandíbula cuando se visualiza la articulación temporomandibular izquierda, el centro de

rotación se desplaza hacia delante siguiendo un arco que termina lingual a la sínfisis mandibular cuando se visualiza la línea media.¹⁷

El plano focal en esta radiografía está ubicado en 3 dimensiones que son el antero posterior, buco lingual y vertical. Todas las estructuras que se encuentren dentro del plano focal van a tener mejor nitidez, al contrario de las que se encuentran por fuera.¹⁷

La radiografía panorámica es esencial, pues da información de la forma de las arcadas, la posición del seno maxilar y el piso de la cavidad nasal, así como la posición vertical del canal mandibular y el foramen dental. También da información de restos radiculares, lesiones asintomáticas de ápices radiculares, lesiones intraóseas e intervalos entre dientes remanentes.¹¹

La radiografía panorámica digital tiene múltiples ventajas, ya que ocupa un mínimo almacenamiento, permite que la explicación pueda ser dada al paciente enfrente del monitor, pues la imagen aparece en el monitor inmediatamente después de tomada la radiografía y la información puede ser fácilmente transferida, copiada y leída, puede ser fácilmente medida y magnificada con diferentes herramientas, se puede controlar el contraste y posee una dosis de radiación menor. Las radiografías panorámicas tomadas correctamente son suficientes para dar una medida vertical, puesto que las variaciones en las medidas en comparación con las tomografías son mínimas.¹¹

Ocasionalmente, el canal mandibular no se observa de manera adecuada en la radiografía panorámico, lo cual puede deberse a que el sistema neurovascular alveolar inferior no está rodeado por cortical compacta en todos los pacientes. En algunas condiciones, como enfermedad de Gauchers, no puede ser detectado el canal. Además, las personas mayores también pueden presentar una cortical muy delgada del canal mandibular lo que imposibilita apreciarlo. También sucede en mujeres con menopausia y, finalmente, se afecta según el sexo, ya que se ha detectado que la reabsorción del borde superior del canal mandibular es mayor en mujeres (32.6%) que en hombres (9.8%).¹¹

La radiografía panorámica es un método de evaluación preimplantario y se puede usar como único método de evaluación antes de realizarlo, ya que la tomografía no es necesaria en todos los casos. Se ha demostrado en estudios, según Kim, K & Park, J, que es viable poner implantes mediante solo la evaluación con la panorámica.¹¹

En un estudio de Kim, se encontró que la medida en altura del hueso residual alveolar para la colocación de implantes en la región posterior de la mandíbula sin el uso de tomografía fue suficiente y hubo solo una mínima diferencia en comparación con los casos que usaran tomografía lineal o espiral.¹¹

Al igual que hay partidarios del uso de la radiografía panorámica como método para evaluar dónde poner un implante, siempre hay personas que piensan lo contrario, exponiendo que las distorsiones que están presentes en este tipo de

radiografías son variables y no siempre preevaluables de forma precisa, además de que pueden variar de punto a punto y representan un verdadero factor limitante a la hora de estudiar a los posibles pacientes para implantes. En algunos casos, es posible controlar la distorsión utilizando reparos radiopacos de los que se conozcan las dimensiones exactas. Además, en la actualidad están disponibles aparatos con los cuales es posible conocer la relación fija de aumento.

Otros autores como Fortin, Camby, Alik, Isidori & Bouchet, dicen que la radiografía panorámica normalmente no estima de manera correcta la presencia ósea remanente y que varios factores han devaluado el uso de la panorámica como la distorsión por la mala posición al tomar la radiografía, la superposición de las estructuras anatómicas adyacentes o estructuras fantasmas, la superposición de tejidos suaves y el aire. La panorámica tiene una magnificación horizontal principalmente en la región del premolar superior. También, es difícil evaluar poco volumen óseo o la orientación.³

La Tomografía Axial Computarizada (TAC)

La tomografía en el área odontológica es utilizada para obtener imágenes transversales, o sea, perpendiculares a la curvatura de los maxilares en el sitio en el que se colocará el implante. Esta es la mejor manera para determinar el ancho del maxilar y, por lo tanto, la altura disponible para la colocación del implante, así como la visualización exacta de otros detalles anatómicos importantes en el diagnóstico.¹⁸

El equipo tomográfico es mucho más variado en comparación al de las radiografías panorámicas o intrabucales y realiza movimientos espiralados sincronizados del tubo de rayos X y la película que permiten obtener imágenes de 2 mm a 4 mm de espesor que contienen un mínimo de contornos espurios de las estructuras adyacentes.¹⁹

La tomografía es un examen de alto costo e invasivo al que se debe recurrir solo en casos de necesidad real. Por lo general, se recurre a esta cuando los demás estudios radiográficos no suministran la información suficiente para establecer un diagnóstico. Ella permite la revisión tridimensional de los maxilares por lo que es posible asumir informaciones importantes en lo que respecta a los espesores óseos presentes y la eventual presencia de reabsorciones y defectos. Generalmente, la relación de aumento es de 1:1 por lo que las mediciones resultan fáciles e inmediatas.²⁰

La metodología del manejo del equipo para tomar la tomografía depende de la capacidad de tratar las imágenes por parte de los técnicos por lo que, por este lado, son posibles las inexactitudes o distorsiones. Sin embargo, sigue siendo el estudio más sofisticado y completo que puede dar también información de la calidad ósea, lo que da la posibilidad de evaluar muy bien las áreas corticales y esponjosas representadas por una escala de grises bien evidentes.²⁰

El TAC es un prototipo que ha sido innovado en seis generaciones distintas en donde su uso se ha enfocado en proporcionar tomografías de áreas específicas del cuerpo, lo cual proporciona al operador elementos diagnósticos más exactos y con menor radiación para el paciente.¹²

La Tomografía Axial Computarizada, conocida como escáner, se destaca por su participación en el área del diagnóstico que permite la obtención de una imagen referente a una sección o parte de una estructura o de un órgano. Se caracteriza por la ausencia de superposiciones de imágenes, porque es posible identificar los tejidos blandos y por la ampliación selectiva de las áreas de interés.¹²

Se usan detectores de panel plano (FPD) que describen las dimensiones de su campo de visión (FOV) así como la altura por el ancho (diámetro). Además, los

escáneres tienen intensificadores de imagen que describen las dimensiones de su campo de visión en cm³.¹²

Tipos

Un escáner con un gran campo de visión mostrará el techo de las órbitas y el punto nasion, hasta el hueso hioides. Estos instrumentos son útiles para cefalometría y los tradicionales análisis de ortodoncia. Aquellos con medio campo de visión captarán el centro de las órbitas hasta el mentón verticalmente y el cóndilo hasta el otro cóndilo-horizotalmente.¹²

Son útiles para panorámicas y para análisis de implantes. Los escáneres con un pequeño campo de visión toman una región definida por el usuario, generalmente en forma simétrica. Se utilizan para los estudios de implantes, análisis de ATM y la localización de los dientes impactados.¹²

La Tomografía Computarizada de Haz Cónico o *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT por sus siglas en inglés) puede obtener mayores facilidades diagnósticas, pues se establece menor distorsión de imagen al comprender un tercer plano cuando se analizan los segmentos en un solo barrido del escáner, utilizando una simple y directa relación entre el sensor 2D y la fuente de rotación que va a girar alrededor del paciente.¹⁵

Diversos términos han sido empleados para describir la técnica de la tomografía computarizada de haz volumétrico incluyendo:

- Tomografía computarizada de haz cónico.
- Tomografía volumétrica dental.
- Imagen volumétrica del haz cónico.
- Tomografía computarizada dental.¹⁸

Los programas de tomografía computarizada de haz volumétrico, de la misma manera que la tomografía computarizada tradicional, permiten la reconstrucción multiplanar del volumen escaneado, es decir, la visualización de las imágenes axiales, coronales, sagitales y oblicuas, además de permitir la reconstrucción en tercera dimensión (alto, ancho y profundidad). Es importante recordar que la imagen en dos dimensiones comprende solo el ancho y alto de la imagen.¹⁸

Adicionalmente, el programa de tomografía permite generar imágenes bidimensionales, réplicas de las radiografías convencionales utilizadas en la odontología así como la panorámica y las telerradiografías en norma lateral y frontal, función denominada reconstrucción multiplicares en volumen, lo que constituye otra importante ventaja de la tomografía computarizada de haz volumétrico. Los cortes

axiales son seleccionados por el operador en una visión lateral de la cabeza y son consideradas reconstrucciones primarias o directas.¹⁸

Cada corte contiguo puede presentar una espesura mínima inferior a 1 mm. A partir del corte axial, se obtienen las reconstrucciones secundarias, incluyendo las reconstrucciones coronales, sagitales, los cortes perpendiculares al contorno de los arcos dentarios (ortoradiales o trans-axiales), las reconstrucciones en 3D y las imágenes convencionales bidimensionales.¹⁸

Sobre todas esas imágenes, el software de todos los equipos tomográficos aun permite la realización de mediciones digitales lineares y 20 angulares, así como el color de las estructuras de interés como, por ejemplo, el canal mandibular.¹⁴

Los softwares de los equipos CBCT permiten en una única exposición a radiación ionizante obtener ambas imágenes en forma simultánea y, de este modo, hacer comparaciones de forma segura. Partiendo de esta ventaja y con el concepto previamente sustentado de que la CBCT posee características imagenológicas muy similares a la tomografía convencional, para propósitos experimentales, se puede utilizar la CBCT como herramienta de parámetro de comparación para el diagnóstico de imágenes patológicas sinusales y compararla con la panorámica tomográfica.²¹

La CBCT en comparación con la RPD muestra que las imágenes 3D están constituidas por voxels (que es la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional) en lugar de pixels (que es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital y que son los que determinan las imágenes digitales 2D). La panorámica tomográfica es una herramienta diagnóstica útil, económica y de fácil acceso en el diagnóstico presuntivo de patologías del seno maxilar, además de sus innegables aplicaciones en el campo de la odontología.²¹

La CBCT difiere de la imagen de la tomografía computarizada en la que el volumen tridimensional de los datos es adquirido en el curso de un solo barrido del escáner, usando una simple y directa relación con el sensor y fuente de radiación que rotan sincrónicamente alrededor de la cabeza del paciente y, dependiendo del tipo de escáner utilizado, la fuente de rayos X y el detector rotan entre 180 y 360 grados alrededor de la cabeza del paciente.¹⁰

La mayoría de aparatos tomográficos escanean la cabeza del paciente sentado o de pie, el haz de rayos es de forma cónica y obtiene un volumen de datos cilíndrico o esférico, descrito como field of view (FoV por sus siglas en inglés). El tamaño del FOV es variable e incluso, escáneres CBCT de gran volumen son capaces de capturar el esqueleto maxilofacial completo. Algunos escáneres CBCT también permiten ajustar la altura del FOV cilíndrico para capturar solo una zona (por ejemplo, i-Cat). Esto tiene la ventaja de reducir la dosis de radiación.²²

Los escáneres CBCT de limitado volumen pueden capturar un volumen de datos de 40 mm de alto por 40 mm de diámetro, similar a la anchura y altura de la radiografía convencional periapical.²²

El FOV más pequeño resulta en una dosis efectiva menor de radiación de 7,4 μ Sv. Los tiempos de adquisición con CBCT varían entre 10 y 40 s en función del tipo de escáner usado y de los parámetros de exposición seleccionados.²²

El CB Mercuray, según Hitachi Medical Corporation, es capaz de hacer el estudio en 10 s, lo que constituye una ventaja al reducir el movimiento del paciente durante la captación de la imagen con una rotación de 360°, además de ofrecer tres tipos diferentes de FOV.²²

En cuanto a la cantidad de radiación que hay en cada uno de estos equipos, tenemos que la dosis que se absorbe es la energía de radiación absorbida que recibe el material atravesado por unidad de masa y se expresa en grays (Gy). Esta dosis es independiente del tipo de radiación.²²

La dosis equivalente es la dosis resultante de ponderar la dosis absorbida media en un órgano o tejido en función del tipo de radiación de que se trate. Esta es la que se emplea para comparar los efectos de los diferentes tipos de radiación en los tejidos u órganos y se calcula en sieverts, Sv, que es una unidad que mide la dosis de radiación absorbida por la materia viva, corregida por los posibles efectos biológicos producidos.²³

La información y obtención de imágenes 3D con la CBCT parece ofrecer una posible mejora en el diagnóstico y tiene una mayor variedad de aplicaciones clínicas con una exposición de radiación significativamente inferior a la de las TC convencionales (un 40% menor), aunque con dosis de radiación de tres a siete veces superior a la que podría recibir un paciente durante la realización de una ortopantomografía o una serie periapical.²³

La dosis que emiten los sistemas CBCT puede variar dependiendo de la indicación y del paciente, pero debemos obtener la mayor información diagnóstica con la menor exposición posible). La CBCT con un FOV pequeño tiene una dosis efectiva que va de 48 a 652 μsv y en un FOV grande va de 68 a 1.073 μsv .²³

Ventajas y desventajas de la radiografía panorámica para el planeamiento y colocación de implantes

- Ventajas:
 - Amplia cobertura anatómica.
 - Bajo costo.
 - Sin inconvenientes aun en poca apertura bucal.
 - Dosis baja de radiación y mínima dosis con equipo digital.²⁴

- Desventajas:
 - No muestra detalles anatómicos finos.

- Magnificación de 25 a 30 % en equipo análogo, 1% en equipo digital.
- Distorsión y algunas zonas borrosas.
- Superposición de imágenes en región de premolares.
- Costos elevados con relación al equipo estándar dental.²⁴

Según Fuente, existe una gran discrepancia de la preferencia entre los odontólogos sobre qué técnica de evaluación preoperatoria utilizar, ya que muchos son partidarios de la tomografía axial computarizada y de la resonancia magnética, aunque según este autor, se ha obtenido un resultado favorable con sólo el uso de la radiografía panorámica para el posicionamiento de implantes.

La radiografía panorámica es indispensable para observar cambios a nivel óseo, caries y enfermedad periodontal. En evaluaciones en las que se compara el uso de la radiografía panorámica y tomografía axial computarizada en su variante Cone Beam, se ha encontrado que si se realiza una correcta interpretación de la panorámica se puede obtener excelente información para el planeamiento del implante y se sugiere que se deja la tomografía para cuando haya un diagnóstico que pueda resultar dudoso.⁵

Ventajas, desventajas, contraindicaciones y cuando utilizar la tomografía para la colocación de Implantes

La tomografía posee grandes ventajas entre las cuales encontramos:

- Imágenes detalladas de cortes axiales.
- Visualización del sitio quirúrgico de modo tridimensional.
- Visualización de las estructuras internas.
- Reduce el daño iatrogénico a las estructuras vital.
- Permite elegir la forma, superficie y tamaño del implante.
- Elimina por completo la superposición de imágenes.
- Se pueden distinguir diferencias entre tejidos con densidades físicas menores al 1%.
- Se puede visualizar el plano axial, coronal y sagital.²⁵

Entre las desventajas del uso de la tomografía axial computarizada se halla:

- El costo.
- La mayor radiación entre 120 y 130 Kv.²⁵

El uso de la tomografía va a estar contraindicada en:

- Pacientes claustrofóbicos.
- Pacientes con Parkinson.
- Pacientes psiquiátricos.²⁵

Es necesario tomar tomografía computarizada cuando los márgenes entre las estructuras anatómicas mayores se vean oscuros en la radiografía panorámica, cuando haya que hacer operaciones mayores como un injerto óseo, cuando hay que colocar múltiples implantes dentales simultáneamente en los lados izquierdo y derecho de la maxila o mandíbula y si la altura del hueso residual es insuficiente y muy próximo al nivel del canal alveolar inferior.¹¹

Software OnDemand 3D Dental

El software utilizado para realizar las medidas y recopilación de datos en el presente estudio fue OnDemand 3D Dental. Una vez que se abre el programa, se utiliza el formato Dental, el cual permite utilizar herramientas para el diagnóstico, para el tratamiento del paciente y para la colocación de implantes. Presenta las vistas panorámica, transversal, axial y 3D.²⁶

Dentro de las herramientas disponibles en el formato Dental, se encuentra Nerve, el cual permite en la vista 3D, se coloca con el cursor o flecha un punto en el foramen mentoniano, el cual se muestra simultáneamente en la vista panorámica y permite una localización correcta del mismo.²⁶

Por otro lado, dentro de las opciones de medida, se presenta la herramienta *Ruler* que mide una distancia entre dos puntos en milímetros. A su vez, se puede

modificar el TH o *slice thickness* para cambiar el espesor de la radiografía, siendo el nivel óptimo de 10 mm.²⁶

Es posible obtener diferentes modos de presentación en cada vista, MPR, que en sus siglas en inglés significa *Multi Planar Reformat*; MIP, *Maximum intensity projection*; minIP, *Minumum intensity projection* y VR, *Volume rendering*.²⁶

Resultados

Análisis de datos: 2016

Cuadro 1. Estadísticas Descriptivas

Variables	Promedio	IC 95%		Mediana	Desviación			Rango
		Inferior	Superior		Estándar	Mínimo	Máximo	
MC A	28,93	28,16	29,69	29,16	3,2	21,78	35,3	13,52
MC B	29,17	28,47	29,87	28,75	2,95	23,87	35,92	12,05
Límite Posterior A	26,51	25,57	27,44	27,26	3,92	18,08	32,83	14,75
Límite Posterior B	26,04	24,83	27,26	26,64	5,09	16,05	35,28	19,23
Línea Media A	24,07	23,07	25,07	23,8	4,21	14,96	32,29	17,33
Línea Media B	24,38	23,39	25,38	24,23	4,19	17,64	35,5	17,86
Línea Horizontal A	34,2	32,88	35,51	34,62	5,53	21,34	60,98	39,64
Línea Horizontal B	33,98	32,6	35,36	32,48	5,78	23,56	59,46	35,9
CT Aa	12,7	11,64	13,76	12,76	4,2	3,21	20,67	17,46
CT Ba	13,35	12,3	14,41	13,53	4,18	1,95	23,49	21,54

CT Ab	12,22	11,09	13,34	11,93	4,47	1,83	27,93	26,1
CT Bb	11,32	10,18	12,47	12,38	4,56	1,83	20,65	18,82
CBB Aa	23,84	22,75	24,92	24,31	4,3	17,21	40,14	22,93
CBB Ba	23,66	22,51	24,81	23,67	4,57	14,68	34,96	20,28
CBB Ab	18,9	17,3	20,49	18,68	6,32	8,95	35,14	26,19
CBB Bb	19,8	18,2	21,39	19,61	6,32	6,61	37,73	31,12
CCM Aa	13,76	12,62	14,89	13,99	4,5	5,5	24,93	19,43
CCM Ab	12,08	11,06	13,1	11,84	4,04	4,82	22,59	17,77
CCM Ba	14,46	13,27	15,65	14,91	4,72	3,9	26	22,1
CCM Bb	13,1	12	14,21	13,01	4,38	5,05	24,08	19,03

Fuente: Análisis Estadístico. Departamento de Proyecto Macro, Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica. 2016.

Los resultados de las mediciones estadísticas descriptivas entre las variables límite posterior A y B, línea media A y B y línea horizontal A y B, correspondientes a los cuadrantes tres y cuatro, denominados como B y A respectivamente, obtenidos en la panorámica, muestran que las mediciones se mantienen bastante constantes con diferencias de 1 a 2 mm.

Este mismo comportamiento se puede observar para las variables CTAa, CTA b, CTBa, CTBb, CCM Aa, CCM Ab, CCM Ba, CCM Bb, donde las desviaciones estándar no son mayores a 4.57, excepto para las variables CBB Ab y CBB Bb, correspondientes a los cuadrantes tres y cuatro y al sector de cresta borde basal posterior.

Cuadro 2. Estadística según variable por método de estudio TAC y panorámica

Variable	Método						Promedio	N	SD			
	Panorámica			TAC						Total		
	Promedio	N	SD	Promedio	N	SD				Promedio	N	SD
MC A	28,7	83	3,12				28,7	83	3,12			
MC B	29,29	78	2,83				29,29	78	2,83			
Límite Posterior A	27,23	83	4,07				27,23	83	4,07			
Límite Posterior B	26,6	78	5,26				26,6	78	5,26			
Línea Media A	23,55	83	4,49				23,55	83	4,49			
Línea Media B	24,67	78	4,11				24,67	78	4,11			
Línea Horizontal A	35,44	83	5,97				35,44	83	5,97			
Línea Horizontal B	34,16	78	5,79				34,16	78	5,79			
CT Aa	14,21	82	3,44	12,7	80	4,33	13,47	162	3,96			
CT Ba	15,13	78	3,19	13,3	76	4,54	14,23	154	4,01			
CT Ab	13,12	82	3,39	12,19	80	4,19	12,66	162	3,82			
CT Bb	12,94	78	2,79	11,27	76	4,44	12,11	154	3,78			
CBB Aa	25,8	83	4,06	23,71	79	4,43	24,78	162	4,36			
CBB Ba	27,1	79	3,42	23,68	77	4,69	25,41	156	4,43			
CBB Ab	23,17	82	4,56	19,19	80	6,03	21,21	162	5,69			
CBB Bb	24,13	78	4,06	20,3	77	6,36	22,22	155	5,65			
CCM Aa				13,88	80	4,48	13,88	80	4,48			
CCM Ab				12,01	78	3,97	12,01	78	3,97			

CCM Ba				14,43	75	4,45	14,43	75	4,45
CCM Bb				13	76	4,31	13	76	4,31

Fuente: Análisis Estadístico. Departamento de Proyecto Macro, Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica. 2016.

En cuanto a los resultados estadísticos de variable por método se obtiene que para las variables CT Aa, CT Ab, CT Ba, CT Bb, CBB Aa, CBB Ab, CBB Ba y CBB Bb, analizadas en ambos métodos, panorámica y tomografía, se puede observar que las mediciones en el TAC son menores que la panorámica en al menos 2 mm aproximadamente, lo cual se encuentra con una desviación estándar mayor para las variables cresta borde basal posterior presentes en el cuadrante A y B.

Cuadro 3. Prueba de homogeneidad de variancia de Levene

Variable	F	gl1	gl2	Sig.
CT Aa	2.751	1	160	.099
CT Ba	6.364	1	152	.013
CT Ab	3.311	1	160	.071
CT Bb	15.749	1	152	.000
CBB Aa	.635	1	160	.427
CBB Ba	14.821	1	154	.000
CBB Ab	7.468	1	160	.007
CBB Bb	12.613	1	153	.001

Fuente: Análisis Estadístico. Departamento de Proyecto Macro, Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica. 2016.

Con respecto a la prueba de homogeneidad de variancia, se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Por tanto, no se recomienda utilizar el análisis de variancia y se utilizarán las pruebas no paramétricas U-ManWhitney.

Se presenta evidencia estadísticamente significativa, donde la homogeneidad de variancia entre los grupos es mayor a 0,05.

Cuadro 4. Estadísticas de prueba

	CT Aa	CT Ba	CT Ab	CT Bb	CBB Aa	CBB Ba	CBB Ab	CBB Bb
U de Mann-Whitney	2.590.0 00	2.252.5 00	2.701.5 00	2.305.5 00	2.299.5 00	1.763.5 00	1.978.5 00	1.806.5 00
W de Wilcoxon	5.830.0 00	5.178.5 00	5.941.5 00	5.231.5 00	5.459.5 00	4.766.5 00	5.218.5 00	4.809.5 00
Z	-2.312	-2.571	-1.938	-2.380	-3.280	-4.530	-4.360	-4.282
Sig. asintótica (bilateral)	.021	.010	.053	.017	.001	.000	.000	.000

a. Variable de agrupación: método								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Análisis Estadístico. Departamento de Proyecto Macro, Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica. 2016.

Se encontró diferencia estadísticamente significativa en las mediciones según estudiante excepto para las variables CTAa y CBBBb.

Discusión

La tomografía axial computarizada (TAC) es una de las técnicas que con mayor frecuencia se emplea durante el diagnóstico y plan de tratamiento a la hora de colocar implantes. No obstante, otro método diagnóstico consiste en analizar radiografías panorámicas digitales con el fin de establecer un medio comparativo.

Para ello se evaluaron un total de 52 casos y sus posibles sitios para la colocación de implantes, en el sector posterior tanto del cuadrante tres como cuatro donde se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las variables por método diagnóstico, llámese panorámica o tomografía, excepto para la variable CTA_b (cresta techo cuadrante cuatro, sector posterior) donde no se presentó diferencia entre la medición entre la panorámica y la TAC.

Comparativamente, en el 2012 Lee, S et al²⁷ mediante el estudio de imágenes de tomografía convencional y radiografía panorámica analizó la relación horizontal entre el canal mandibular y la cresta alveolar y su influencia en la altura ósea disponible a la hora de colocar implantes. Estableciendo diferencias estadísticamente significativas solamente donde la cresta alveolar se localiza en el lado bucal o área central con respecto al canal mandibular.

Por otra parte, en el 2015, Castro, C, et al²⁸ estableció después de un análisis de 62 sitios para la colocación de implantes que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para las mediciones obtenidas de una tomografía computarizada y un RM (mapeo de cresta). No obstante, el método empleado en la medición de este estudio consiste en la valoración de la radiografía panorámica digital.

Asimismo, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en las mediciones según estudiante, excepto para las variables CTAa y CBBBb, ya que las mediciones entre estudiantes no estaban homogenizadas, pues no se esperaba que el estudiante fuera una fuente de variación y sí por consiguiente el método porque se instauró un método de medición estandarizado respecto a los puntos y estructuras anatómicas.

Lo anterior puede obedecer en gran medida a la superposición de imágenes y a la distorsión de las mismas en la radiografía panorámica, pues como establece en el 2014 Shelley et al²⁹ en su estudio sobre radiografías convencionales y la planeación en la colocación de implantes mandibulares, el profesional no puede evaluar la complejidad del volumen óseo ni su orientación, cuándo se analizan los formatos en dos dimensiones (2D), ya que el aumento en la distorsión de imágenes, las ampliaciones inherentes y la geometría de las estructuras anatómicas dificulta

la buena visualización. Por tanto, podemos inferir un margen de error en cuanto al método estandarizado, pues las mediciones resultan dependientes del operador.

Por otra parte, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el método y el estudiante, ya que las mediciones se mantuvieron constantes tanto en la panorámica como en el TAC.

En cuanto al análisis estadístico de las variables por método, encontramos diferencias de hasta 2 mm aproximadamente entre las variables CT Aa, CT Ab, CT Ba, CT Bb, CBB Aa, CBB Ab, CBB Ba y CBB Bb, las cuales fueron estudiadas tanto en la radiografía panorámica digital como en el TAC.

Las mediciones desde todos los puntos fueron menores en la tomografía axial computarizada respecto a la radiografía panorámica digital. No obstante, estas mediciones tienden a ser menores, pese a que son más precisas por su coeficiente de variación.

Por otra parte, las mediciones en la Radiografía Panorámica Digital fueron mayores y con coeficientes de variación más homogéneos, lo cual evidencia resultados estadísticamente significativos mayores para las mediciones en la tomografía, pues al considerarse que estas medidas son más precisas, no se esperaba que presentaran tanta diferencia entre los estudiantes.

Al analizar los datos obtenidos, en primer lugar y de acuerdo a la publicación hecha en el 2012 por Afrashtehfar⁴, se puede entender que todas aquellas imágenes bidimensionales como la Radiografía Panorámica están sometidas a errores de magnificación y distorsión de 2,5 dimensional, es decir que, la falta de equivalencia entre ambos sistemas, panorámica y TAC, resulta en una gran discrepancia respecto a la calidad de la imagen, ya que para los sistemas tridimensionales ofrecen mayores potenciales de tratamiento, siendo estos más acertados, puesto que las estructuras anatómicas se encuentran reproducidas en su forma y tamaño real.

Por otra parte, en el 2014 Guerrero, et al³⁰ indica que la radiografía panorámica digital (2D), con relaciones de imagen 1:1, son suficientemente precisas y confiables a la hora de evaluar la altura del hueso que se encuentre ubicado por encima del canal mandibular. Esto sucede en casos donde se desee evaluar la disponibilidad de la colocación de un implante y su consecuente altura vertical.

Conclusiones

De acuerdo al análisis comparativo entre radiografía panorámica digital y la tomografía, se logró determinar que las diferencias de las mediciones entre estudiantes se debe a que siempre la interpretación de imágenes va a ser operador dependiente y, por tanto, la calibración que se estableció requiere de mejoras para que el estudiante u operador logre identificar los puntos anatómicos con mayor facilidad, sin crear diferencias estadísticamente significativas entre métodos y lecturas.

Asimismo, se determinó que las mediciones a nivel de tomografía, correspondientes a las alturas verticales en sentido cefálico caudal del cuerpo mandibular, presentaron mayores diferencias significativas, pese a que se trata de una imagen más exacta de la realidad. Esto obedece a que el operador u estudiante no se encuentra entrenado o calibrado respecto al análisis tomográfico e interpretación de estructuras anatómicas vistas en 3D.

De igual manera, se puede concluir que el estudiante, al relacionar los puntos anatómicos entre cuadrantes A y B sobre una imagen panorámica, no presentó mayor variación en las mediciones y la desviación estándar fue menor, de modo que hubo mayor homogeneidad, no así para las mediciones a nivel de tomografía. Por ello, a la hora de colocar implantes dentales deberá de analizarse con mayor

detalle si el estudiante se encuentra poco estandarizado respecto al método de medición.

Para establecer criterios confiables de medición a la hora de escoger la longitud de los implantes dentales que serán colocados en el sector posterior de la mandíbula, se recomienda que, en aquellos casos donde se cuente únicamente con la valoración diagnóstica de una radiografía panorámica digital, se debe considerar que si la medición de las alturas verticales en sentido cefálico caudal del cuerpo mandibular es mayor a 10 mm se podrán colocar implantes de al menos 10 mm de longitud, pues esta medida es latamente confiable; en el caso contrario, donde la longitud establecida en la panorámica sea menor a 10 mm, será de uso obligatorio la tomografía axial computarizada.

Cabe recalcar que se debe de estandarizar y entrenar al estudiantado respecto a las mediciones a nivel panorámico como tomográfico, ya que las variaciones en cuanto a la medición siempre van a ser operador dependiente y, por consiguiente, entre mayor calibración, menor será el margen de error.

Cronograma de actividades

Cuadro 5. Cronograma de actividades

Fecha	Actividades	Responsables
8/3/2016	Distribución de temas y desarrollo cronológico de la investigación.	Todos
15/3/2016- 31/6/2016	Desarrollo de temas teóricos.	Todos
1/6/2016- 30/6/2016	Elaboración de instrumentos de recolección de datos.	Todos
1/7/2016- 15/10/2016	Recolección de datos, análisis estadístico, digitación de datos y elaboración de la memoria del seminario.	Todos
17/10/2016- 1/11/2016	Redacción de memoria.	Todos
1/11/2016	Entrega de borrador de la memoria.	Todos
3/11/2016- 10/11/2016	Revisión de la memoria por parte del(a) filólogo(a).	Filólogo(a)
15/11/2016	Entrega de memoria empastada y CD.	Todos
5/12/2016- 6/12/2016	Presentación oral de resultados.	Todos
7/12/2016	Entrega de certificados.	Todos

Factores facilitadores / Obstáculos

Entre los factores facilitadores de esta Memoria de Graduación se encuentra la constante ayuda para conseguir todas las imágenes digitales por parte del Dr. Alejandro Sáenz Gutiérrez y su apoyo brindado para correcciones en la parte teórica. Además, todo el análisis de datos que simplificó el trabajo por parte de la Máster Jacqueline Castillo.

Uno los obstáculos que se encontraron para realizar este trabajo fue que buscar puntos posteriores en la radiografía panorámica y en el TAC es una labor muy difícil, ya que cuesta que se realice una reproducción certera de dicho punto si es realizado por otra persona.

Otra de las dificultades fue que no se cuenta con una reserva ilimitada de imágenes digitales las que cumplieran con los criterios de inclusión para el estudio por lo que se entorpece la obtención de una mayor cantidad de datos para realizar comparaciones.

Por último, uno de los mayores obstáculos es que el odontólogo general no está habituado al manejo del software tomográfico por lo que se requiere de un periodo de ajuste a dicho programa.

Bitácora

Cuadro 6. Bitácora

David Rivera	Arias	El trabajo respectivo con el tema asignado fue de gran crecimiento personal y se pudo desarrollar de manera satisfactoria. En la elaboración de los instrumentos de recolección de datos y en la recolección de datos se trabajó de manera aceptable, el problema llegó a la hora de realizar la calibración, ya que fue difícil encontrar que todos los puntos desde dónde se midiera fueran reproducibles por todos los integrantes del grupo. Una vez con los resultados, fue difícil la interpretación de todos los datos, pero al final se lograron interpretar de una manera óptima.
Cynthia Hernández	Novo	Este estudio tiene un valor importante en el diagnóstico y planeamiento de la colocación de implantes en los pacientes. Sin embargo, al ser un estudio pionero, presentó dificultades en su realización, sobre todo en la recolección de datos, donde la falta de entrenamiento y conocimiento por parte de los estudiantes provocó variaciones significativas en los resultados. Es importante que se le dé continuidad a un trabajo como este para lograr sacarle el mayor provecho.
María Sáenz Martínez	José	En este proyecto de investigación pude aprender muchísimo sobre temas ajenos a los que se ven usualmente como parte

	<p>de los cursos de carrera en la facultad, aunque hubo algunos inconvenientes con el proyecto, ya que las medidas que se tomaban de las tomografías eran operador dependientes, al final se obtuvieron resultados acorde a lo esperado. Este proyecto refuerza la importancia de realizar un diagnóstico adecuado y con las herramientas necesarias para lograr tomar la mejor elección del procedimiento para el paciente.</p>
<p>Adriana Varela Araya</p>	<p>Esta investigación bibliográfica me dio la oportunidad de analizar objetivamente la necesidad que tenemos como futuros profesionales de conocer las nuevas tendencias diagnósticas y alternativas para los tratamientos dentales. Asimismo, se observa la importancia de implementar en el sistema educativo la estandarización de métodos de medición para la valoración de colocación de implantes dentales, ya que es una nueva alternativa de tratamiento y cada día va adquiriendo mayor fuerza en el mercado.</p>

Bibliografía

1. Lain E, Ruprecht A, Yang J...Comparison of two-dimensional orthoradially reformatted computed tomography and panoramic radiography for dental implant treatment planning. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1995; 74 (1): 42-46.
2. Schropp L, Stavropoulos A, Gotfredsen E, Wenzel A. Comparison of panoramic and conventional cross-sectional tomography for preoperative selection of implant size. *Clinical Oral Implants Research*. 2011; 22: 424-428
3. Fortin T, Camby E, Alik M, Isidori M, Bouchet H. Panoramic Images versus Three-Dimensional Planning Software for Oral Implant Planning in Atrophied Posterior Maxillary: A Clinical Radiological Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2013; 15 (2): 198-203.
4. Afrashtehfar K. Utilización de imagenología bidimensional y tridimensional con fines Odontológicos. *Revista ADM*. 2012; LXIX (3): 114-119.
5. Fuente L. Importancia de la Radiografía Panorámica en la Implantología Dental. A propósito de un caso atípico. 2015; 1-6.
6. Rabago F, Manrique C. Referencias y Consideraciones anatómicas en implantología. *Cient. Dent*. 2005; 2 (2): 21-23.
7. Vanegas J, Landinez N, Garzón-Alvarado D. Generalidades de la interfase hueso-implante dental. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2009; 28: 3.

8. Morris H, Ochi O. Survival and Stability (PTVs) of six implant designs from placement to 36 months. *Ann Periodontol.*2000; 5: 15-21.
9. Shiffler K, Lee D, Rowan M, Aghaloo T, Pi-Anfruns J, Moy PK. Effect of length, diameter, intraoral location on implant stability. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology.* Los Ángeles, Estados Unidos.2016.
10. Li T, Kong L, Wang W, Hu K, Song L, Liu B, Li D, Shao J, Ding Y. Selection of optimal dental implant diameter and length in type IV bone: a three dimensional finite element analysis. *Oral and Maxillofacial Surgery.*2009; 38: 1077-1083.
11. Kim K, Park J, Kim G, Kim S, Kim D. Magnification rate of digital panoramic radiographs and its effectiveness for pre-operative assessment of dental implants. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2011;40: 76–83
12. Leiva E. Avances en imagenología odontológica. ULACIT (Internet).2010. (Citado 15-08-2016). Disponible en <http://bb9.ulacit.ac.cr/tesinas/publicaciones/038838.pdf>
13. Tabare, A et all. Ensayo científico. Software matemático de procesamiento de imágenes odontológicas desarrollado en Matlab con radiografías periapicales modificadas y su relevancia en el reconocimiento estructural del sistema de conductos radiculares. *Ensayo científico. Nexos.*2014; 3: 59 – 67
14. Montoya K. Tomografía ConeBeam como método de diagnóstico preciso y confiable en odontología. Universidad Veracruzana, Facultad de Odontología (Internet). 2011. (Citado 01-09-2016).Disponible en <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30959/1/MontoyaHernandez.pdf>

15. Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. *Cient D ent.* 2010; 7(2):147-159.
16. Bordoni, N. Odontología pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 2010.
17. White S. Radiología Oral. London: Elsevier Health Sciences Brazil. 2011.
18. Lindhe J, Lang N, Karring T. Periodontología clínica e implantología odontológica. Buenos Aires. Médica Panamericana. (2008).
19. Mischkowski R, Pulsfort R, Ritter L. Geometric accuracy of newly developed cone-beam device for maxillofacial imaging. *Oral Surg oral med oral Pathol oral Radiol and Endod.* 2007; 104:551-9.
20. Raspall G. Cirugía oral e implantología. Buenos Aires. Médica Panamericana. 2006.
21. Domínguez JS, Aguilar G, Guerra L, Contreras N, Aristizábal AM. Validación de la panorámica tomográfica como herramienta diagnóstica para patología del seno maxilar. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2013; 24(2): 232-242.
22. Yu I, Wong K. Evaluation of mandibular anatomy related to sagittal split ramus osteotomy using 3-dimensional computed scan images. *Int J Maxillofac Surg.* 2008; 37: 521-528.
23. Royo Gomara MC. Principios básicos sobre el uso de la CT dental de haz cónico. AEROMF. 2009
24. López, J et All. Diagnóstico por la imagen de los trastornos de la articulación craneomandibular. *Avances en odontoestomatología.* 2008. (Citado 10-09-2016). Disponible en <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v21n2/original2.pdf>

25. Lucatero I, Aquino M, Esquivel E, Granados M. Aplicación de la tomografía axial computarizada en pacientes candidatos a implantes dentales. 1-9.
26. Operating Manual, OnDemand3D Dental. 2015.
27. Lee, S et al. The effects of location of alveolar crest on the vertical bone heights on panoramic radiographs. 2012. DentomaxillofacRadiol. 41(2): 117–121.
28. Castro, C, et All. Validity of ridge mapping and cone beam computed tomography in dental implant therapy. 2015. J IndianSocPeriodontol. 19(3): 290–293
29. Shelley M, Glenny A, Goodwin M, Brunton P, Horner K. Conventional radiography and cross-sectional imaging when planning dental implants in the anterior edentulous mandible to support an overdenture: a systematic review. 2014. DentomaxillofacRadiol. 43(2)
30. Guerrero, E. et al. Does cone-beam CT alter treatment plans? Comparison of preoperative implant planning using panoramic versus cone-beam CT images. 2014. ImagingScience in Dentistry 44: 121-8

ANEXOS

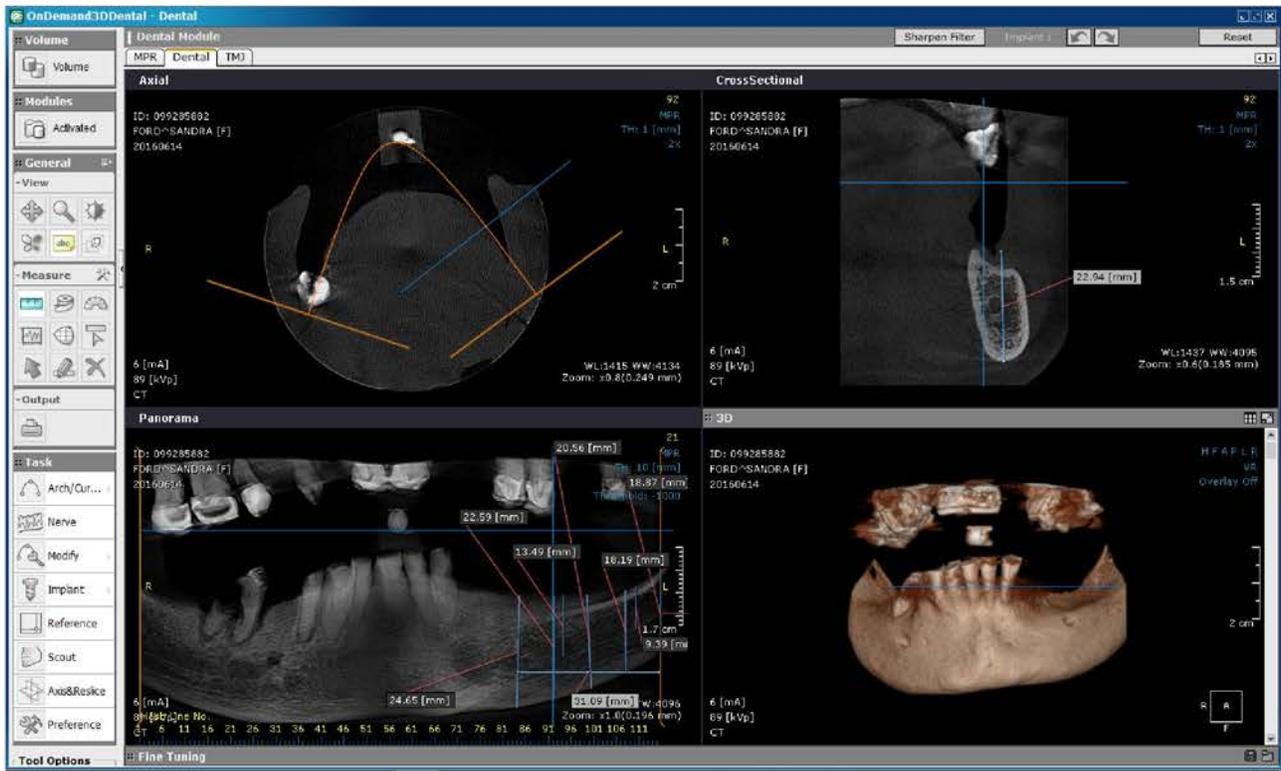


Imagen 1. Ejemplo de cómo se realizaron mediciones en pacientes en cuadrante III tanto en vista panorámica como en vista transversal.

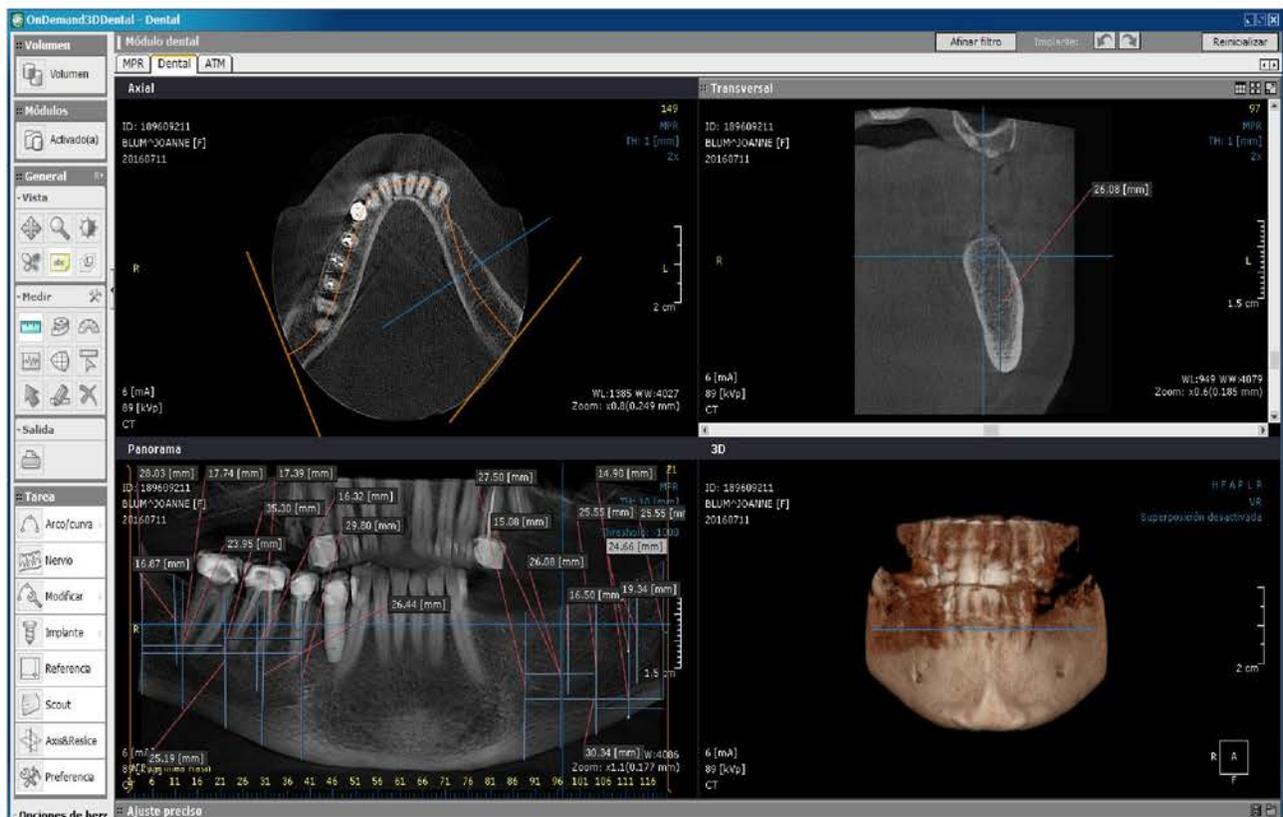


Imagen 2. Ejemplo de cómo se realizaron mediciones en pacientes en cuadrante III y IV tanto en vista panorámica como en vista transversal.

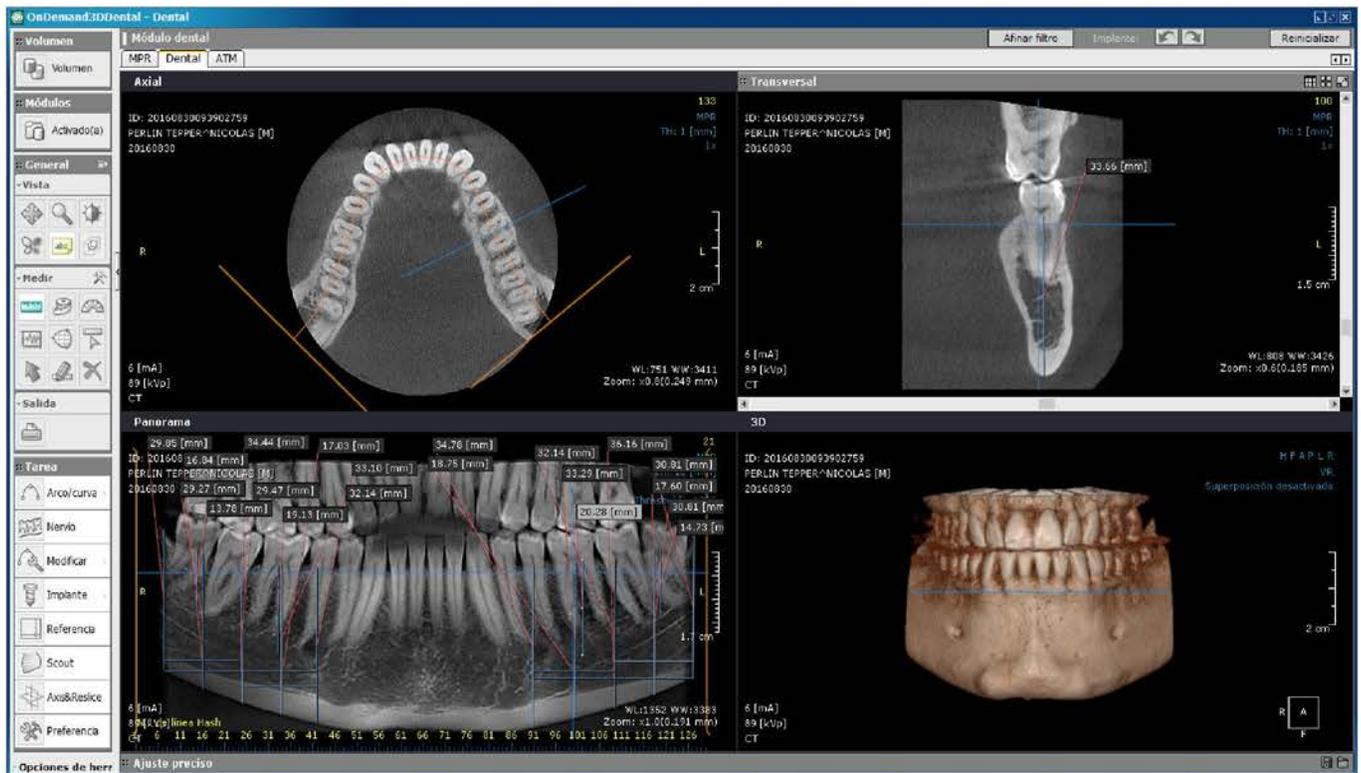


Imagen 3. Ejemplo de cómo se realizaron mediciones en pacientes en cuadrante III y IV tanto en vista panorámica como en vista transversal.

Cuadro 7. Análisis de variancia múltiple

Fuente de variación	Variable	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Sig.	
Método	CT Aa	94,2232	1	94,2232	6,3851	0,0127	
	CT Ba	74,5962	1	74,5962	5,8442	0,017	
	CT Ab	42,8154	1	42,8154	3,037	0,0838	
	CT Bb	76,4846	1	76,4846	5,7095	0,0183	
	CBB Aa	167,5021	1	167,5021	10,6862	0,0014	
	CBB Ba	342,3354	1	342,3354	21,8308	0	
	CBB Ab	707,6885	1	707,6885	25,5945	0	
	CBB Bb	579,3348	1	579,3348	20,7135	0	
	Estudiante	CT Aa	75,8241	3	25,2747	1,7127	0,1676
		CT Ba	121,7541	3	40,5847	3,1796	0,0263
CT Ab		211,9931	3	70,6644	5,0123	0,0026	
CT Bb		157,9926	3	52,6642	3,9314	0,0101	
CBB Aa		228,2001	3	76,0667	4,8529	0,0031	
CBB Ba		133,268	3	44,4227	2,8328	0,0409	
CBB Ab		331,8428	3	110,6143	4,0005	0,0092	
CBB Bb		152,5915	3	50,8638	1,8186	0,147	

Método *						
Estudiante	CT Aa	22,3895	3	7,4632	0,5057	0,679
	CT Ba	43,835	3	14,6117	1,1447	0,3336
	CT Ab	4,9422	3	1,6474	0,1169	0,9501
	CT Bb	19,7101	3	6,57	0,4905	0,6895
	CBB Aa	161,9281	3	53,976	3,4435	0,0188
	CBB Ba	77,7258	3	25,9086	1,6522	0,1806
	CBB Ab	147,7176	3	49,2392	1,7808	0,1541
	CBB Bb	130,4579	3	43,486	1,5548	0,2036
Error	CT Aa	1.903,63	129	14,7568		
	CT Ba	1.646,57	129	12,7641		
	CT Ab	1.818,65	129	14,0981		
	CT Bb	1.728,08	129	13,3959		
	CBB Aa	2.022,03	129	15,6746		
	CBB Ba	2.022,89	129	15,6813		
	CBB Ab	3.566,85	129	27,65		
	CBB Bb	3.607,99	129	27,9689		
Total	CT Aa	2.102,06	136			
	CT Ba	1.890,96	136			
	CT Ab	2.084,12	136			
	CT Bb	1.987,77	136			
	CBB Aa	2.587,67	136			
	CBB Ba	2.600,00	136			

	CBB Ab	4.800,37	136			
	CBB Bb	4.511,22	136			

Fuente: Análisis Estadístico. Departamento de Proyecto Macro, Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica. 2016.