



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

**ESTUDIO IN VITRO DEL DIAGNÓSTICO DE
LESIONES DE CARIES DENTAL
INTERPROXIMAL UTILIZANDO LA TÉCNICA
DE RADIOGRAFÍA DE ALETA DE MORDIDA
DIGITAL Y TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA
DE HAZ CÓNICO**

Tesis para obtener el Título de Cirujano Dentista

Janeth Guisella Oscuvilca Galarza

Lima - Perú

2018

ASESORES

Mg. Esp. Jorge Arturo Beltrán Silva

Departamento Académico Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial

Mg. Roberto Antonio León Manco

Departamento Académico de Odontología Social

JURADO EXAMINADOR

Presidente : Milushka Quezada Márquez

Secretario : Raúl Herrera Mujica

Miembro : Cesar Del Castillo López

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 03 de Abril del 2018

CALIFICATIVO : Aprobado

DEDICATORIA

A mis padres quienes ya no están conmigo, pero que desde el cielo me siguen apoyando y alentando para continuar y culminar la tesis, cuando parecía que me iba a rendir por ausencia de ellos.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por su infinito amor y bendición, ha sido mi apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.
- A mi tía Dominga, por su apoyo incondicional y nunca me dejó sola en estos momentos.
- A mis asesores temático y metodológico, por su paciencia y guía en la elaboración de la presente investigación.
- A todas las personas que conocí de manera directa e indirecta me apoyaron en la culminación de mis estudios y de la presente investigación.

RESUMEN

Objetivo: Comparar el diagnóstico radiográfico de lesiones de caries proximal usando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital CCD y de la tomografía computarizada de haz cónico in vitro. **Materiales y métodos:** Se evaluó la base de datos de los diagnósticos radiográficos de 108 piezas dentarias (50 molares y 58 premolares) con 106 superficies mesiales y 100 distales. Esta base de datos registraba el diagnóstico de caries proximal clasificado en R0, R1, R2, R3 y R4. Se calculó la concordancia en el diagnóstico mediante la prueba de Coeficiente de Kappa. El estudio tuvo una significancia de 95% y un $p < 0.05$. **Resultados:** Según la tomografía computarizada de haz cónico se encontró un 22.3% de R0, 38.3% de R1, 10.7% de R2, 22.3% de R3, y 6.3% de R4 y con la técnica digital directa con dispositivo de carga acoplada un 100% de R0, 100% de R1, 100% de R2, 100% de R3, y 100% de R4. **Conclusiones:** Existe diferencia en el diagnóstico radiográfico de lesiones cariosas proximales utilizando la técnica de aleta de mordida digital con dispositivo de carga acoplada y tomografía computarizada de haz cónico.

Palabras claves: Caries dental, radiografía, radiografía digital, tomografía computarizada de haz cónico.

ABSTRACT

Objective: To compare the radiographic diagnosis of proximal caries lesions using the radiographic technique of digital bite fin CCD and conical beam computed tomography in vitro. **Materials and methods:** The radiographic diagnosis database of 108 dental pieces (50 molars and 58 premolars) with 106 mesial and 100 distal surfaces was evaluated. This database registered the diagnosis of proximal caries classified in R0, R1, R2, R3 and R4. The concordance in the diagnosis was calculated by means of the Kappa Coefficient test. The study had a significance of 95% and a $p < 0.05$. **Results:** According to the cone beam computed tomography we found 22.3% of R0, 38.3% of R1, 10.7% of R2, 22.3% of R3, and 6.3% of R4 and with the direct digital technique with a loading device coupled to 100% of R0, 100% of R1, 100% of R2, 100% of R3, and 100% of R4. **Conclusions:** There is a difference in the radiographic diagnosis of lesions of proximal dental caries using the technique direct digital bite fin with coupled loading device and conical beam computed tomography

Keywords: Dental caries, radiography, digital radiography, and conical beam computed tomography

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Diagnóstico de lesiones cariosas proximales usando tomografía computarizada de haz cónico in vitro.	41
Tabla 2. Diagnóstico de lesiones cariosas proximales usando digitales in vitro.	42
Tabla 3. Concordancia del diagnóstico de lesiones cariosas proximales usando tomografía computarizada de haz cónico y radiografías bitewing digitales in vitro según pieza dentaria.	43
Tabla 4. Concordancia del diagnóstico de lesiones cariosas proximales usando tomografía computarizada de haz cónico y radiografías bitewing digitales in vitro según pieza dentaria y superficie.	44

ABREVIATURAS

- FOV:** Campo de visión.
- CBCT:** Tomografía computarizada de haz cónico.
- CCD:** Dispositivo de carga acoplada.
- col:** Colaboradores.
- p:** Nivel de significancia estadística.
- R0:** No caries.
- R1:** Caries que se extiende hasta la mitad externa del esmalte.
- R2:** Caries que se extiende hasta la mitad interna del esmalte, pero no en la dentina.
- R3:** Caries que se extiende hasta la mitad externa de la dentina.
- R4:** Caries que se extiende hasta la mitad interna de la dentina sin compromiso pulpar.
- UPCH-FE:** Universidad Peruana Cayetano Heredia – Facultad de Estomatología

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	
II.1 Planteamiento del problema	3
II.2 Justificación de la investigación	5
III. MARCO TEÓRICO	6
IV. OBJETIVOS	31
IV.1 Objetivo general	
IV.2 Objetivos específicos	
V. MATERIALES Y MÉTODOS	
VI.1. Diseño de estudio	32
VI.2. Población y Muestra	32
VI.3. Criterios de selección	
VI.3.1. Criterios de inclusión	33
VI.3.2. Criterios de exclusión	
VI.4. Variables	34
VI.5. Instrumento	35
VI.6. Técnicas y Procedimientos	36
VI.7. Plan de Análisis	38
VI.8. Consideraciones Éticas	38
VI. RESULTADOS	39
VII. DISCUSIÓN	45
VIII. CONCLUSIONES	53
IX. RECOMENDACIONES	54
X. REFERENCIAS	55
ANEXOS	61

I. INTRODUCCIÓN

La caries dental es una de las principales enfermedades de la cavidad bucal según los datos generales reportados. Se ha estudiado mucho el origen, prevalencia y tratamiento para evitar que dicha enfermedad oral siga siendo un problema común entre la población, y existiendo aún dificultades en el diagnóstico clínico y radiográfico de las lesiones cariosas.¹

La radiología como aliada a la práctica odontológica brinda una de las principales ventajas que fue, sin duda alguna, la detección de la caries dental, la determinación del grado de destrucción y profundidad de cada lesión en particular. La importancia del examen radiográfico radica en el hecho que revela un alto porcentaje de caries dental, el cual es difícil de detectar con precisión durante el examen clínico, pues muchas lesiones incipientes de las superficies oclusales y proximales no se pueden detectar con facilidad.²

Los odontólogos para diagnosticar lesiones cariosas se basan principalmente en la inspección visual y la radiografía intraoral para su diagnóstico, ya que, es un método convencional establecido para descartar si una pieza dentaria presenta caries dental especialmente para lesiones cariosas proximales que son difíciles de identificar mediante la inspección directa, para después pronosticar el tratamiento.² La radiografía digital se introdujo en la década de los años ochenta, ayudando así a obtener un correcto diagnóstico de caries dental; es un método alternativo para el paciente.³

La tomografía computarizada de haz cónico CBCT es otro sistema establecido en la práctica odontológica para sus diversas especialidades,⁴ que se inició a finales de los años noventa con la finalidad de obtener escáneres tridimensionales del esqueleto maxilofacial, siendo una de sus ventajas la dosis de radiación menor, por la cual, la tomografía de haz cónico brinda, que la imagen del complejo craneofacial no presente superposición o problemas de distorsión durante su ejecución, es un alternativa auxiliar a la imagen convencional, intraoral y panorámica.^{5,6,7}

A pesar que la utilización de la tomografía computarizada de haz cónico se centra principalmente en implantología, cirugía oral y maxilofacial, ortodoncia y otras especialidades, su sistema tecnológico avanzado presenta diversas potenciales ventajas para el diagnóstico y manejo clínico de las todas alteraciones patológicas y otros problemas dentales más comunes como es la caries dental.⁸

El propósito del presente trabajo de investigación fue comparar el diagnóstico de lesiones de caries dental interproximal utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (sistema de carga acoplada) y tomografía computarizada de haz cónico in vitro.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

La radiología como aliada a la práctica odontológica brinda una de las principales ventajas que fue, sin duda alguna, la detección de la caries dental, la determinación del grado de destrucción y penetración de cada lesión en particular. La importancia del examen radiográfico radica en el hecho que revela un alto porcentaje de caries dental, el cual es difícil de detectar con precisión durante el examen clínico, pues muchas lesiones incipientes de las superficies oclusales y proximales no se pueden detectar con facilidad.²

Los odontólogos para diagnosticar lesiones cariosas se basan principalmente en la inspección visual y la radiografía intraoral para su diagnóstico, ya que, es un método convencional establecido para descartar si una pieza dentaria presenta caries dental especialmente para lesiones cariosas proximales que son difíciles de diagnosticar mediante la inspección directa, para después pronosticar el tratamiento.² La radiografía digital se inició en la década de los años ochenta, ayudando así a obtener un correcto diagnóstico de caries dental; es un método alternativo para el paciente.³

La tomografía computarizada de haz cónico CBCT es otro sistema establecido en la práctica odontológica para sus diversas especialidades,⁴ que se inició a finales de los años noventa con la finalidad de obtener escáneres tridimensionales del esqueleto maxilofacial, siendo una de sus ventajas la dosis de radiación menor, por la cual, la tomografía convencional brinda, que la imagen del complejo craneofacial no presente superposición

o problemas de distorsión durante su ejecución, es un alternativa auxiliar a la imagen convencional, intraoral y panorámica.^{5,6,7}

A pesar que la utilización de la tomografía computarizada de haz cónico se centra principalmente en implantología, cirugía oral y maxilofacial, ortodoncia y otras especialidades, su sistema tecnológico avanzado presenta diversas potenciales ventajas para el diagnóstico y manejo clínico de las todas alteraciones patológicas y otros problemas dentales más comunes como es la caries dental.⁸

El propósito de este trabajo de investigación fue comparar el diagnóstico de lesiones de caries dental interproximal utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (sistema de carga acoplada) y tomografía computarizada de haz cónico in vitro.

Por tal razón, la pregunta de investigación del presente trabajo fue ¿Existe diferencias en el diagnóstico de lesiones de caries dental interproximal usando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (dispositivo de carga acoplada) y la tomografía computarizada de haz cónico, mediante el uso de una base de datos con los registros diagnósticos registrados?

II.2. Justificación

Este estudio presentado fue de gran importancia teórica y diagnóstica. Actualmente no existen muchos estudios en nuestro país donde se utiliza la tomografía computarizada de haz cónico y el sistema radiográfico de aleta de mordida digital con dispositivo de carga acoplada (CCD), como sistemas alternativos o secundarios para la detección de la caries dental. Con los avances de la tecnología existen varios métodos para detectar lesiones cariosas antes de que lleguen a comprometer el tejido pulpar vital. La radiografía convencional, es la alternativa más usada por muchos dentistas por la facilidad en su uso y disponibilidad.

Otro de los beneficios que se logró fue de brindar un nuevo conocimiento para muchos dentistas, ya que, una gran cantidad de profesionales están familiarizados con los hallazgos normales y patológicos que se puede diagnosticar mediante las radiografías periapicales, de aleta de mordida, o panorámicas, sin embargo, con la tomografía computarizada de haz cónico y la técnica radiográfica de aleta de mordida digital podrán analizar con mayor precisión las estructuras dentarias y ser evaluadas con claridad, cuya imagen radiográfica normal y patológica no es de rutina para muchos dentistas durante la práctica.⁹

Ambas técnicas imaginológicas que se presentó en el presente trabajo de investigación, permitió diagnosticar con precisión lesiones de caries dental, ya que, evita menos distorsión y superposición de imágenes, a diferencia de las radiografías convencionales, y deben ser considerados como otros medios auxiliares para diagnosticar lesiones cariosas según el caso lo requiera

III. MARCO TEÓRICO

III.1. Caries Dental

La caries dental es una enfermedad destructiva de los tejidos dentales, lo cual provoca una pérdida localizada y deterioro de la estructura mineral de los dientes afectados. La causa principal es la acumulación de ácidos orgánicos producidos por las bacterias de la placa depositada en los tejidos dentales. Esta enfermedad tiene un carácter multifactorial y es comúnmente crónica, ya que, es difícil erradicarla. Este deterioro de los dientes se ve influenciado por tres factores esenciales: el huésped, representado por los dientes y la saliva, la microbiota bacteriana de la región bucal y la dieta consumida.¹⁰

III.2. Diagnóstico radiográfico de la caries dental

Los estudios radiográficos permiten detectar lesiones de caries dental; debido a que, el proceso carioso provoca una desmineralización de la estructura dental. La lesión cariosa es la zona desmineralizada del diente y permite un mayor paso de los rayos X, en el análisis radiográfico es denominado imagen radiopaca y la zona intacta sin lesión de caries dental es llamada imagen radiolúcida.¹¹

Las lesiones cariosas proximales son difíciles de diagnosticar, se sitúa entre el punto de contacto y el margen gingival, en donde, hay mayor acumulación de placa bacteriana y es de forma arriñonada. Este tipo de lesiones cariosas avanza en sentido longitudinal hacia

los cristales del esmalte. Es por eso, que las lesiones cariosas proximales tienen forma cónica o triangular, con el vértice hacia la unión amelodentinaria.¹²

Es difícil detectar en las radiografías las lesiones cariosas proximales incipientes, especialmente cuando son pequeñas y se limitan al esmalte. Por consiguiente, es importante en este tipo de casos realizar una detección precoz antes que la lesión abarque más superficies, pudiendo destruir todo el diente.¹³

La detección precoz de las lesiones cariosas es muy importante para la prevención temprana, el diagnóstico y tratamiento definitivo de estas lesiones, es a veces un reto para los dentistas detectar las lesiones cariosas en superficies proximales, debido a que, no se pueden visualizar en el examen intraoral durante la inspección visual.

El diagnóstico preciso de las lesiones cariosas proximales es esencial para los odontólogos, quienes deben de tener el conocimiento necesario para diagnosticarlas y determinar la profundidad de la lesión y posteriormente planificar el tratamiento adecuado. El diagnóstico habitual de las lesiones cariosas proximales se basa en una exploración exhaustiva que consta: de la observación directa, el examen clínico y las radiografías intraorales, pero para obtener un diagnóstico acertado se puede optar por el uso de radiografías bitewing digitales e incluso, la tomografía computarizada de haz cónico, según el caso lo requiera.

Junto con la aparición de las lesiones cariosas proximales ocultas en fosas y fisuras profundas, llamadas caries incipientes, y la aplicación de los sellantes terapéuticos o

preventivos de fosas y fisuras sospechosos; se han propuesto nuevos instrumentos de diagnóstico. Entre los novedosos métodos se encuentran la tomografía computarizada de haz cónico y la técnica radiográfica digital con el sistema CCD han dado lugar a resultados más aceptables en diversos tratamientos.¹⁴ En el estudio realizado por Tsuchida R, Araki K, Okamp¹⁵ se compararon los diagnósticos de lesiones cariosas proximales con imágenes 3D, realizadas con el tomógrafo computarizada CBCT e imágenes 2D con radiografías bitewing digitales. Del estudio se concluye que no se hallaron diferencia en su capacidad de diagnosticar lesiones cariosas proximales con ambas técnicas, hubo mayor concordación entre los diagnósticos.

III.2.1. Radiología Digital

Con la aparición de la computadora en la década de 1940, se revolucionó la imagen radiográfica convencional a un sistema digital. Al inicio la radiología digital se relaciona con la digitalización de las películas radiográficas, seguida del procesamiento de la imagen y posterior visualización llamada radiología digital indirecta. En la década de 1960 con el avance de la electrónica, los receptores de imagen mejoraron e hicieron posible la aparición de la radiología digital directa, esta nueva técnica radiográfica está suplantando a la radiografía convencional, debido a las numerosas ventajas que presenta.¹

La finalidad de los sistemas digitales permite determinar la presencia y extensión de las lesiones de caries dental que no pudieron ser detectadas clínicamente, con el propósito de elaborar un plan de tratamiento apropiado a la enfermedad.

III.2.2. Tomografía Computarizada de haz cónico

La detección de lesiones cariosas en superficie proximal con métodos convencionales intraorales 2D. Según estudios realizados han demostrado baja a moderada sensibilidad, pero la especificidad ligeramente mayor, y la variabilidad del observador es mayor.² Otros métodos con imágenes extraorales empleados para la detección de caries dental han tenido un éxito limitado y aplicaciones clínicas dudosas. La imagen de la tomografía computarizada de haz cónico parece tener mejor perspectiva de mejorar la detección y evaluación en profundidad de las lesiones cariosas en superficie proximal y puede ser vista en los tres planos ortogonales.¹⁶

III.3. Antecedentes en la detección de caries dental por los sistemas de radiología digital y tomografía computarizada

La tomografía computarizada de haz cónico y la técnica radiográfica digital con sistema de carga acoplada son frecuentemente usadas como suplemento en el diagnóstico de caries dental, porque estos sistemas presentan habilidades para manipular el contraste de la imagen, agrandar o disminuir las imágenes, mejorar la claridad y entre otras ventajas.

Sin embargo, diversas investigaciones muestran que las radiografías convencionales pueden detectar lesiones cariosas proximales, al igual que, las imágenes digitales. Pero las limitaciones inherentes de las radiografías convencionales están principalmente debido a que presentan un nivel de magnificación del 7 al 35%, en la cual las imágenes

radiográficas presentan alteración de las estructuras dentales, y esto puede limitar su interpretación.¹⁷

La odontología ha utilizado en gran medida el mismo método de imágenes 2D desde la primera radiografía intraoral obtenido en 1896. De acuerdo con la revisión de Tyndall,¹⁸ sólo uno o dos avances significativos en la imagen dental se han hecho desde entonces en el sentido de la geometría de la imagen. Estas ventajas incluyen imágenes panorámicas y tomografía computarizada, siendo el primero mucho más útil para aplicaciones dentales, y la segunda se limita principalmente a la articulación temporo-mandibular y colocación del implante, pero también presenta grandes potencialidades en la detección de patologías normales como la caries dental.^{3,4}

La tomografía computarizada, que fue inventado por Hounsfield en 1973.¹⁹ Desde entonces esta técnica médica se ha convertido en el principal apoyo para los dentistas, ya que, nos brinda mayor precisión de las estructuras dentales siendo un examen no invasivo que nos permite obtener potenciales ventajas y su introducción a la odontología ha sido beneficioso en el sentido de que puede proporcionar información verdadera en 3D. La tomografía computarizada de haz de cónico es un sistema con una nueva aplicación que está revolucionando todos los parámetros de la odontología, y genera datos reales de las estructuras dentarias y la dosis de radiación es menor que los tomógrafos convencionales. Desde los inicios de su creación hasta la actualidad existen muchas investigaciones y publicaciones acerca de la precisión en el diagnóstico de lesiones cariosas con la tomografía computarizada de haz cónico en comparación con las radiografías convencionales.²⁰

En el estudio realizado por Tsuchida, Araki,²¹ en donde se evaluaron dientes con lesiones incipientes de caries dental no cavitadas en superficies proximales usando la tomografía computarizada de haz cónico y radiografías bitewing digitales, se encontraron que no existe diferencias significativas en el diagnóstico entre ambos sistemas. Este resultado puede reflejar la precisión en la detección de lesiones cariosas por ambos sistemas imaginológicos.

En el estudio realizado por Haiter-Neto²² en donde compararon los resultados obtenidos con el tomógrafo de haz de cónico con el sistema de 3 campos de visión, el tomógrafo computarizado Accuitomo 3DX y radiografías bitewing digitales para la detección de lesiones cariosas proximales y oclusales. Los resultados mostraron que la tomografía de 12 pulgadas y las imágenes de 9 pulgadas tuvieron una sensitiva disminución significativa que los sistemas de Accuitomo, mientras que la tomografía de 9 pulgadas y 6 pulgadas de imágenes tuvo significativamente especificidades más bajas que la radiografía digital para la detección y profundidad de lesiones cariosas proximales, en comparación con otros sistemas, por presentar sistema limitado en calidad de resolución el Accuitomo 3DX no arrojó resultados concordantes en comparación con estudios realizados, donde se usó la tomografía cone beam, en tanto, el sistema digital presentó datos similares pero por su dimensión 2D presentó limitación en cuanto a la profundidad.

En el estudio realizado por Young,²³ en donde, compararon la eficacia de la tomografía computarizada de haz cónico con imágenes radiográficas convencionales para detectar lesiones cariosas proximales y oclusales. En las investigaciones se usaron el sistema 3DX Accuitomo como CBCT, en donde, se encontró diferentes resultados significativos en el

promedio de puntuación entre la tomografía computarizada y la técnica radiográfica digital en la detección de lesiones cariosas proximales. Se llegó a la conclusión que el uso del tomógrafo, permite detectar lesiones cariosas proximales con mayor exactitud, pero presentaron algunos inconvenientes en la detección de lesiones cariosas oclusales.

En el estudio realizado por Kamburog'lu K,²⁴ en donde, compararon la capacidad de diagnóstico de lesiones cariosas con imágenes digitales intraorales con sensor de carga acoplada y la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). En la investigación se usó diferentes resoluciones para su procesamiento, en la detección de lesiones cariosas oclusales. Se encontraron que las modalidades de rendimiento en ambas imágenes eran diferentes en cuanto a la profundidad de cada unidad de estudio en esmalte, la dentina superficial y la dentina profunda. Llegaron que ambos sistemas nos permiten detectar las lesiones cariosas, pero lo tomografía computarizada permite analizar la profundidad con mayor claridad.

El estudio realizado por Senel,²⁵ en donde evaluaron la capacidad diagnóstica de la inspección visual durante el examen clínico, radiografía digital con sensor CCD, radiografía digital con placa de PSP, y la tomografía computarizada de haz cónico, para la detección de lesiones cariosas proximales y posteriormente determinar su profundidad para el diagnóstico. De la investigación se concluye que todos los métodos se realizaron y procesaron de forma similar para la detección de las lesiones cariosas proximales, en donde, los sistemas digitales y el tomógrafo presentaron concordancia con respecto a los otros métodos.

En el estudio realizado por Kayipmaz,²⁶ en donde, compararon la efectividad de la radiografía convencional, la placa de PSP, y la tomografía computarizada de haz cónico para la determinación de lesiones cariosas oclusales y proximales. De los resultados analizados, la tomografía de haz cónico fue estadísticamente superior a los otros métodos digital y convencional. Sin embargo, no hubo diferencia significativa en la determinación de las lesiones cariosas proximales.

III.3.1. Radiología Dental Digital

Desde el desarrollo y uso de la radiología digital se presentó grandes avances y beneficios en el campo de la salud, así como en la odontología. La finalidad de este sistema como método auxiliar para obtener diagnósticos más precisos, nos permite llegar a un diagnóstico acertado. Las ventajas más resaltantes en este sistema son: reduce la dosis de radiación en los pacientes que va desde 30 a 70% que, en un examen convencional es mayor. Otro considerable beneficio es que es ecológico, ya que no requiere de procesamiento químico, por lo que no produce contaminación. También para la visualización de la imagen se cuenta con herramientas que ayudan a mejorar la calidad de la imagen.

El uso de la radiología digital indirecta permite obtener un preciso diagnóstico y tratamiento para el abordaje de patologías y alteraciones más comunes como en el diagnóstico de la caries dental. Al igual que las imágenes radiográficas convencionales necesitan el empleo de la película de rayos X y posteriormente ser procesados para la obtención de la imagen radiográfica. La constitución de las películas radiográficas contiene el uso de cristales de haluro de plata (bromuro y yoduro).²⁷

En la actualidad y con los avances modernos de la tecnología, se inicia la creación de la radiología digital directa con el propósito de contar con un nuevo sistema que permite usar ordenadores de fácil almacenamiento y gran capacidad, de fácil acceso para su uso y procesamiento, de banda ancha, lo cual, es una herramienta clave para que las empresas médicas especializadas en el campo de la odontología puedan invertir en el desarrollo de equipos de radiología digital.

Para la obtención y procesamiento de estas imágenes se necesita de una serie de compuestos o herramientas, en donde se incluya, un sensor o detector electrónico, un convertidor analógico - digital, una computadora digital con sus implementos y una impresora de gran calidad para obtener imágenes de alta calidad.^{5,6}

Una imagen digital corresponde a la descomposición de la imagen en una matriz convencional de píxeles, llamado como elemento de imagen. Cada campo de matriz se le asigna un valor numérico representado por un valor en la escala de grises. La imagen se obtiene mediante un proceso mediante el cual los rayos X que atraviesan el objeto estos son captados y transformados en datos numéricos por el software. Posteriormente ser convertidos en una imagen que es visualizada en una escala de grises en el monitor del procesador, en donde se puede manipular el tamaño, contraste y la resolución de la imagen.²⁸

En el estudio realizado por Wetphalen publicado en el 2008 ²⁹ en donde compararon la eficacia de la interpretación radiográfica de lesiones cariosas proximales con los sistemas bitewing digital con carga acoplada y sistema de placa de fosforo, en dientes humanos. En

el estudio se concluye que ambas técnicas permiten detectar caries dental con precisión, obteniendo mayor concordancia en lesiones que abarcan la dentina interna.

Por los beneficios y alcances que brinda la radiología digital, este sistema en la actualidad supera a la radiografía convencional por el cambio de la película radiográfica por un sensor digital. Para disponer de su uso se debe tener en cuenta el propósito fundamental para solicitud durante el examen. Este sistema brinda una buena calidad de imagen en dos planos para establecer una información correcta y brindar un diagnóstico acertado.³⁰ En diversas investigaciones presentadas se determinó que no es importante el procesamiento de la imagen ya sea convencional o digital, ya que, no afecta a la calidad de la información obtenida, pero puede alterar la interpretación. Se debe tener en cuenta la finalidad del tratamiento para someter al paciente a dichos exámenes con radiología digital o convencional. Para muchos, la imagen digital es satisfactoria por las facilidades que ofrece dicha técnica radiográfica.³¹ A continuación se detallará las ventajas del sistema digital.

- Permite analizar la imagen radiográfica en corto tiempo en segundos. En el sistema convencional, la imagen se visualiza en varios minutos después del proceso de revelado, lo cual aumenta el tiempo clínico con el paciente en el consultorio dental o radiología clínica.
- Permite almacenar las imágenes obtenidas en CD o en memorias USB, la utilización de una base de datos de las tomas con el sistema digital nos evita la

degradación o daño de las imágenes radiográficas, que puedan sufrir a medida del tiempo y poder verlas en cualquier momento.

- Nos permite manipular la imagen, en la pantalla se cuenta con herramientas de visualización que mejoran la calidad de resolución.

Una de sus principales ventajas de la imagen radiográfica digital es el menor tiempo de radiación que se somete al paciente a diferencia de lo convencional, reduciendo así en un 70% de la dosis de radiación

III.3.1.1. Radiografía Digital por Xios-Sirona (Hamburgo - Alemania)

El presente trabajo de investigación se utilizó el radiógrafo digital Xios Sirona, con la finalidad de brindar un enfoque más amplio a la consulta clínica digital. Dentro de sus potenciales beneficios son la combinación de resolución óptima y el equilibrio de procesamiento automático. Estos son puntos claves para procesar una excelente calidad de imagen en cualquier consulta odontológica.⁶ La imagen es vista en la pantalla desde cualquier medio o lugar, y permite obtener un diagnóstico inmediato y preciso. Un claro ejemplo durante la práctica endodóntica, con la radiología digital se puede ver el recorrido del canal radicular antes de su manipulación.

Con la imagen en alta calidad, para el profesional su diagnóstico será más sencillo, flexible y rápido. Los sensores Xios Sirona facilitan en gran ventaja el trabajo del odontólogo y

disminuye el tiempo clínico porque brinda plena seguridad en el diagnóstico con tecnología en dos dimensiones.

- Ahorro de tiempo gracias a la rápida disponibilidad de la imagen. La interfaz USB 2 garantiza la transmisión y procesamiento de datos a la computadora en corto tiempo.⁶
- Flujo de trabajos óptimos gracias a la sencilla manipulación en la consulta. El software SIDEXIS XG posibilita la integración directa de sensores XIOS en su programa de gestión de consulta.⁶

III.3.2. Tomografía Computarizada de haz cónico

La tomografía computarizada de haz de cono (CBCT) fue desarrollada para el uso dental en 1998. Una exploración típica tarda aproximadamente 20 segundos, en el que la máquina gira alrededor de la cabeza del paciente, las imágenes son de un volumen cilíndrico o campo de visión (FOV). Los tamaños típicos de las máquinas más pequeños de FOV son: diámetro de 8cm x 8cm de altura para obtener imágenes de la zona dentada del maxilar y la mandíbula, de 8cm x 5cm para cualquier maxilar superior o inferior, y, 4cm x 5cm para las áreas pequeñas. Las máquinas más grandes FOV tienen un volumen de hasta de 20cm de diámetro.³²

Como se mencionó anteriormente el escaneo es solo 20 segundos aproximadamente, con un tiempo de exposición real de 6 segundos. En cuanto a la dosis de radiación efectiva

recibida por el paciente es de hasta el 90% menos en comparación con un tomógrafo medico convencional, e incluso, es algo inferior a la de una seriada periapical analógica. Otro alcance es el ajuste de la radiación dependiendo del paciente. En caso de los niños se puede reducir la dosis a un 50% con respecto a la del adulto, pero hay que tener cuidado con los adultos mayores porque la radiación es tres veces mayor. En relación a la calidad de imagen, nos permite eliminar los artefactos producidos por las coronas metálicas, implantes dentales o materiales de osteosíntesis que en una imagen convencional no se puede analizar con claridad, las imágenes obtenidos con los cortes ortogonales bien definidos se entrega en materiales que permiten conservar la información en CD o impresos.³³

La tomografía convencional presenta limitaciones en cuanto a su ejecución, pero la tomografía computarizada de haz cónico presenta otras ventajas por su avanzada tecnología. El proceso se inicia cuando la imagen es captada en el curso de un solo barrido del escáner, debido a la sincronizada relación del sensor 2D y la fuente de radiación que rotan alrededor de la cabeza del paciente, algunos de ellos rotan 180 y 360 grados depende del tipo de escáner que se usa, la fuente de los rayos X y el detector de rotación. Los pacientes pueden mantenerse de pie o sentado no varía la imagen, ya que, el haz de rayos es de forma cónica y se obtiene volúmenes cilíndricos o esféricos.³⁴

En el mercado existen tomógrafos de limitado volumen, como es el caso de Accuitomo 3D⁷, estos equipos pueden procesar y capturar un volumen de datos de 40 mm de alto por 40 mm de diámetro en todo su trayecto del haz, este tamaño es similar a la anchura y altura de la radiografía periapical convencional.

La Tomografía Computarizada de Haz Cónico supera varias limitaciones de la radiología convencional, que es el sistema usado por la gran mayoría de odontólogos. Los cortes de la imagen puede ser seleccionados para evitar el ruido anatómico como son: la superposición del hueso cigomático en las raíces de molares superiores, como también nos permite establecer la relación existente de raíces de piezas multirradiculares, para la determinación de su naturaleza y tamaño real de las lesiones periapicales, son claros ejemplos que en la especialidad de endodoncia, este sistema tridimensional brinda grandes beneficios, pero en otros campos como la implantología, ortodoncia, cirugía oral y maxilofacial también presenta grandes aportes y sirve de apoyo durante y después de los tratamientos. En cuanto a patologías normales como la caries dental, permite diagnosticar con precisión las lesiones cariosas y conocer la profundidad real de cada lesion.³⁵

En el 2002 el consejo dental publicó sus criterios para una auditoria clínica en radiología, la justificación fue uno de los criterios. Un examen de rayos X se justifica si hay ganancia neta para el paciente. Esta ganancia puede ser diagnosticada, como un aumento de confianza para que el cirujano contemple un procedimiento quirúrgico.³⁶

Se desarrolló un proyecto propuesto por la Comisión Europea, Euratom para el uso de CBCT.³⁷ Hay 20 principios en total, el primer y segundo principio, hacen frente a la justificación, los principios 9 y 10 tratan de optimización y afirman que, cuando las máquinas ofrecen una opción, el más pequeño campo de visión y la resolución más baja se debe utilizar siempre.

El odontólogo debe contar con suficiente información clínica para ayudar al proceso de justificación.³⁸ En alguno de los casos, el profesional de no obtener con la información requerida por medio de las radiografías convencionales de rayos X, se podría necesitar el uso de otros sistemas imaginológicos como la tomografía computarizada de haz cónico, en la cual la imagen será analizada en los tres planos ortogonales, para obtener el diagnóstico pertinente. Para su ejecución se debe conocer el principio de ALARP, en la cual el equipo debe de programarse con el valor más bajo, como sea razonablemente posible y así disminuir la dosis de radiación.³⁸

Exactitud de Reproducción

La composición de las imágenes en un tomógrafo computarizado está constituida por unidades llamadas voxels en lugar pixels, esto nos permite ver la imagen en tres dimensiones. Se denomina voxel porque es el elemento más pequeño del volumen de un tomógrafo 3D. En cuanto a su constitución el tamaño de cada voxel varia con la altura, anchura y grosor o profundidad de cada imagen que vaya ser procesada.³⁹

En un tomógrafo convencional los voxeles son denominados anisotropicos, es decir, que no son idénticos en todos los planos. Este presenta una limitación en cuanto a su utilización, ya que, las imágenes son reconstituidas en determinados planos a cierta distancia cada uno de ellos, en distintos cortes, para tener una calidad de imagen se tiene que programar la adquisición de cada corte. En cambio, en el tomógrafo computarizado de haz cónico, los pequeños elementos voxeles son isotrópicos, es decir, son iguales en su

longitud, altura y profundidad, esta capacidad permite unas mediciones geométricamente precisas o exactas en cualquier plano o dimensión.⁴⁰

Los tamaños de cada corte son gruesos como el grosor de un voxel y la imagen se puede ver en los tres planos ortogonales principales que son: axial, sagital y coronal en una única pantalla para poder visualizar mejor la imagen. Su manipulación de la imagen es relativamente sencilla, solo se maneja el cursor para mover la imagen, y con las herramientas de visualización se alteran los planos simultáneamente, reduce el tiempo de manipulación y disminuye el tiempo clínico con el paciente. La calidad de la imagen con la tomografía computarizada de haz cónico es superior al tomógrafo convencional para el análisis de los tejidos blandos y duros, y facilita al profesional de brindar un diagnóstico correcto.⁴⁰

Dosis Efectiva

Una de las principales ventajas del tomógrafo computarizado de haz cónico en comparación con el tomógrafo convencional, es la menor exposición de radiación. La dosis de radiación de CBCT varía en función a los niveles del FOV, están siendo, tan bajas como una radiografía panorámica o convencionales. Durante la captura de la imagen el haz está más enfocado produciendo menos dispersión de la radiación con la finalidad de evitar mayor tiempo de radiación.

Existen escáneres de volumen limitado que están diseñados para capturar las imágenes de una pequeña zona del maxilar o mandíbula, este procesamiento libera menor dosis de

radiación efectiva, ya que la zona evaluada es de menor tamaño, en comparación con otras zonas.⁸ Teniendo la información documentada y procesada por muchos autores, y comprobándose una menor dosis de radiación con la tomografía computarizada de haz cónico que con la convencional, se debe considerar como un sistema de gran potencial en la práctica de la odontología y brindando muchas ventajas para su uso. Es necesario conocer sus aplicaciones y beneficios en este campo y las ventajas e inconvenientes en relación a las técnicas convencionales hasta ahora habituales.

III.3.2.1 Tomógrafo I-Cat Next Generation

EL tomógrafo i-CAT NEXT GENERATION permite tener acceso directo a herramientas en 3D para tratamientos de implantes y restauraciones, porque presenta una alta definición de las imágenes en 3D para el diagnóstico eficiente del tratamiento final. Su adecuado diseño ofrece la máxima facilidad de control para capturar con precisión la anatomía particular de cada estructura dentaria y analizar el progreso del tratamiento. Ofrece potentes ventajas en diferentes tratamientos dentales.⁴¹

- Captura todos los registros en una sola definición en 3D con baja dosis de exploración. Permite la planificación de un paso para crear análisis cefalométricos 3D que también produce el análisis completo de 2D tradicional. Manera rápida y fácil de recopilar todas las imágenes en los modelos de estudio. Ventaja usada mayormente en el campo de Ortodoncia.

- Los planes de confianza del tratamiento quirúrgico. Determina la posición del diente preciso para visualizar la impactación dentro del hueso alveolar, la ubicación con respecto a los dientes adyacentes y la proximidad a estructuras vitales. Ventaja usada mayormente en el campo de Cirugía oral y maxilofacial.
- Lugar y restauración de los implantes con precisión y confianza. Permite obtener un completo mapa del tratamiento de la colocación del implante y el pilar, todo el camino a la restauración final. Una amplia información para la mejor selección y tipo de implante adecuado, tamaño, ubicación y ángulos antes de la cirugía.

Estos ejemplos nos permiten conocer la anatomía de los maxilares para la realización de procedimientos complejos que requieran de un examen exhaustivo antes de su manipulación, es por ello que la tomografía computarizada de haz cónico está revolucionando el campo de la odontología. En cuanto a patologías normales como la caries dental, nos brinda datos reales de cada lesión, sin que la imagen se altere o distorsione, ya que, será analizada en los tres planos ortogonales.

III.4 Diagnóstico de Caries Dental por el sistema de Tomografía Computarizada de haz cónico

Los sistemas convencionales en dimensión 2D han demostrado que presentan baja a moderada sensibilidad en la detección de lesiones cariosas proximales y oclusales, pero la especificidad es ligeramente mayor según estudios realizados en donde compararon la

radiología convencional con otros sistemas de mejor calidad de imagen. Otros métodos con imágenes extraorales para la detección de caries dental han tenido un éxito limitado y aplicaciones clínicas dudosas para establecer un tratamiento.⁴² La imagen del tomógrafo computarizado de haz cónico parece tener mejor perspectiva de mejorar la detección y evaluación en profundidad de las lesiones cariosas proximales y oclusales.⁴³

En el estudio realizado por Tsuchida,⁴⁴ en donde, compararon la eficacia en el diagnóstico de lesiones cariosas con la tecnología del tomógrafo computarizado de haz cónico y radiografías convencionales tipo aletas de mordida o llamadas también bitewing. Concluyeron que en ambos se puede detectar lesiones cariosas, en el primero nos da una imagen en 3D de la lesión cariosa y en la segunda nos brinda dos planos a evaluar. En la investigación también se demostró que la tomografía computarizada de haz cónico mostró mayor precisión al momento de evaluar la profundidad de las piezas dentarias con lesiones cariosas proximales por superficie, en comparación con los métodos convencionales. Se determinó que la sensibilidad fue mayor en aquellas piezas dentarias con lesiones cariosas que tenía extensión a dentina y en algunos casos cercano al tejido pulpar. De este estudio se concluye que ambos sistemas CBCT y las radiografías bitewing convencionales para la detección de lesiones cariosas no presentó diferencia significativa observados durante el estudio.

En otro estudio similar publicado en el 2005 por Ann Wenzel,⁴⁵ realizado en piezas dentaras no cavitados, se demostró que la tomografía computarizada de haz cónico procesado a mayor FOV obtuvo deficientes resultados mientras que a un FOV limitado mostró mayor sensibilidad en piezas dentarias con lesiones cariosas oclusales, en

comparación con otros sistemas tanto para radiografías digitales o convencionales. Se concluye que no hay otro sistema como la tomografía computarizada de haz cónico, que permita detectar con precisión cualquier patología, como la caries dental.

En un estudio realizado por Akdeniz, Tsuchida⁴⁶, en donde, se comparó los sistemas de tomografía de un volumen limitado de (LCBCT) Accuitomo dispositivo, el tomógrafo computarizado de haz cónico y los sistemas digitales con carga acoplada y placa de fósforo. Los sistemas fueron estudiados para la detección de lesiones cariosas proximales. Los autores contaron con 41 dientes los cuales fueron procesados con los mismos estándares de calibración. Se demostró que en todos los planos CBCT fue superior para la evaluación de la profundidad de las lesiones cariosas en comparación con PSP, CCD y el tomógrafo de volumen limitado.

Un estudio más reciente y completo realizado por Haiter-Neto⁴⁷ donde compararon el sistema de Accuitomo LCBCT y CBCT limitado para la detección de caries dental proximal y oclusal, las cuales fueron detectadas por ambas técnicas radiográficas imagenológicas. Pero se necesitan más estudios de CBCT para evaluar caries oclusales en fosas y fisuras, una tarea, la cual ha sido débil para las imágenes en 2D por una limitada dimensión para poder visualizar la imagen con exactitud.

La tomografía computarizada de haz cónico tiene potenciales beneficios por su avanzada tecnología para la detección de lesiones cariosas, diversos estudios que se realizaron en base a esto, fueron hechos en condiciones experimentales bien controlados y estudiados, pero en la práctica odontológica no es de uso cotidiano la tomografía computarizada de

haz cónico para los hallazgos normales de las estructuras dentarias, principalmente en las estructuras coronales dentarias. Otra ventaja del uso de tomógrafo de haz cónico, nos permite ver la estructura dentaria con claridad, y en aquellas piezas dentarias que presentan tratamiento de restauraciones metálicas, implantes dentales, materiales de obturación endodóntica, etc que abarcan gran parte de la estructura dentaria, que en la radiográfica convencional produce distorsión de sus estructuras, las cuales se presentan como líneas de bandas claras y oscuras sobre los dientes vecinos dificultando su diagnóstico correcto. Los sistemas convencionales frente a estos problemas denominan a las bandas oscuras cercanas a la pieza dentaria como caries recurrente, en algunos casos, señalan que el movimiento del paciente afecta la agudeza y definición de las estructuras, por ello, es necesario contar con otros exámenes complementarios imaginológicos.⁴⁸

En un artículo publicado por Farman “Using de CBCT in the general practice”⁴⁹ pone en manifiesto un dilema que muchos odontólogos actualmente se hacen: ¿Están las radiografías bien diagnosticadas por los dentistas? La utilización de este tipo de radiografías va de acorde al tratamiento que se va a realizar porque el empleo de CBCT expone a más fuentes de radiaciones ionizantes para los pacientes y no deben utilizarse fuera de este contexto. Se debe analizar la complejidad de cada caso y establecer un plan de tratamiento correcto. Para minimizar la exposición del paciente a una dosis de radiación menor, existen varios temas generales de importancia, como cuales: ⁵⁰

1. Selección de imágenes basadas en el juicio del profesional para dar un diagnóstico y tratamiento acertado, para así evitar someter al paciente a la exposición de la radiación ionizante como una "rutina" previa evaluación individualizada del

paciente por el odontólogo, es decir, si el tratamiento es sencillo como la restauración de un diente con lesión cariosa, se requerirá el empleo de radiografías convencionales, pero si el tratamiento demanda mayor complejidad se empleará el uso de CBCT.

2. Reducir al mínimo el campo de visión para disminuir la exposición de radiación a los tejidos que no tienen que ser reflejados, es decir, el odontólogo debe de buscar de que el diagnóstico definitivo se concluya con radiografías convencionales,” hacer todo lo imposible”, si es que no se consigue, recién se optará por el empleo de otros sistemas digitales o computarizadas.
3. Utilizando una rápida exposición con dosis más bajas de conformidad bajo los parámetros de adecuación. En los estudios se demostró que a edades tempranas hay una mayor exposición de la radiación por lo cual hay restricción de la dosis en personas jóvenes. Se recomienda al odontólogo antes de someter al paciente se realice un examen de su estado sistémico, para que, la cantidad de radiación no vaya a repercutir con la salud del paciente. Según los datos generales de La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)⁵¹, señaló que la dosis de radiación usada en los niños es tres veces mayor que en los adultos jóvenes de 20 a 25 años, en cambio, para los adultos mayores de 60 años de edad es mucho mayor. Dicha institución indica que los niños con edades tempranas que se someten a la exposición tienen que tener un mayor control.

Datos recientes señalan que no se realiza muchos estudios con la tomografía computarizada de haz cónico, porque, en los estudios los pacientes deben someterse a más radiaciones y pueden causar daños en su salud, y si en la investigación se trabaja con menores de edad, estos presentarían más efectos adversos de las radiaciones ionizantes que los adultos por ser más susceptibles, debido a que, los infantes están en una etapa de desarrollo, más adelante se pueden producir cambios físicos y, también debido a su rotación más rápida de las células en comparación con los adultos.⁸

En cuanto a las radiografías tradicionales intraorales se debe hacer con la película F-velocidad o sensores digitales con parámetros similares o más rápidos, y de preferencia se debe utilizar la forma del detector (generalmente rectangular)⁹. Estas radiografías sólo deben ser hechas cuando se van a contribuir al diagnóstico. De manera similar, CBCT sólo debe hacerse después de la evaluación clínica del paciente por el dentista, en caso que los beneficios obtenidos por este procedimiento sean mayores que los riesgos para el paciente.

De acuerdo a lo postulado por Farman "Using CBCT in The General Practice".⁵² El autor da a conocer que el CBCT es una tecnología valiosa cuando se utiliza con prudencia, da a conocer que algunos ortodoncistas han usado frecuentemente, como "Rutina" el uso de CBCT para la planificación de ortodoncia, ya que, tales imágenes sirven al especialista en varias etapas diferentes antes, durante y al final del tratamiento.

En la actualidad, la tomografía computarizada de haz cónico cada día está siendo más usada entre los dentistas por el gran potencial en la práctica odontológica y el uso en las

diversas especialidades. Pero en la actividad cotidiana las radiografías convencionales, aun no son reemplazadas por este sistema de la tomografía computarizada de haz cónico porque su uso y procesamiento es más fácil incluyendo que no requiere de mucho presupuesto del equipo y en los estudios de las imágenes. Por otro lado, el CBCT tiene otras potenciales ventajas como la menor radiación a diferencia de las convencionales, para la manipulación de las imágenes el operador debe contar con la formación sofisticada, mayor tiempo establecido para el análisis e interpretación de la imagen y no se ve afectada por los materiales metálicos densos en las piezas adyacentes. Estas ventajas permiten al profesional brindar un mejor diagnóstico para la planificación del tratamiento.⁵³

En los estudios realizado por Tsuchida y Ann Wenzel cuyos resultados fueron descritos anteriormente. Ambos autores concluyen que aún no hay publicaciones o investigaciones científicas suficientes que demuestren que la tomografía computarizada de haz cónico sea más eficaz que las radiografías convencionales para la detección de lesiones cariosas. A pesar, que la CBCT nos permite ver la imagen en tres dimensiones de las estructuras craneofaciales, con la finalidad de obtener un mejor plan de tratamiento y abordaje, por ende, disminuye el tiempo clínico con el paciente.

Hasta el momento no se ha descrito los criterios de selección para su correcta utilización de la tomografía computarizada de haz cónico en los diversos campos de la odontología, En las especialidades de implantología y ortodoncia, dicho sistema ofrece clara ventaja, debido, a la complejidad de dichas ramas, en caso de pacientes con disarmonías faciales o severas asimetría, problemas con apnea del sueño, molares retenidas o caninos en los maxilares impactados. Es importante para la colocación de un microtornillo contar con la

CBCT, porque permite al profesional manejar el campo operatorio y evitar problemas posteriores.

La gran mayoría de los odontólogos diagnostican hallazgos normales y patológicos que se pueden observar de las radiografías convencionales como periapicales, de aleta de mordida o panorámica. Con el avance de la tecnología, actualmente se cuenta con la tomografía computarizada de haz cónico, presenta un sistema tridimensional que ofrece una imagen más amplia del cerebro, la base craneal, la nasofaringe y orofaringe y demás estructuras anatómicas. En la práctica cotidiana los profesionales no cuentan con la formación adecuada para la interpretación de estas estructuras y es de rutina contar con las radiografías convencionales para dar un diagnóstico.⁵⁴ Debemos de tener en cuenta, que la utilización de la tomografía computarizada de haz cónico se basa para estudios que necesiten una evaluación exhaustiva y detallada, pero que sirva como examen auxiliar para la detección de lesiones cariosas, no es recomendable el empleo de este tipo de estudio radiográfico, mejor optamos por las radiografías convencionales, ya que, en ambos estudios la detección de lesiones cariosas no varía.

Existen dos puntos que permiten contar como aliadas a la tomografía computarizada de haz cónico y el sistema digital de carga acoplada, al momento de establecer un plan de tratamiento, la responsabilidad del odontólogo en el análisis e interpretación de las estructuras fuera del complejo maxilofacial y los derechos del paciente de un correcto diagnóstico de las anomalías que se presentan en las imágenes, para lo cual, es necesario contar con ambos sistemas, antes de establecer un diagnóstico, pero se necesitaría más estudios que respalden su uso y procesamiento.

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo General

Comparar el diagnóstico radiográfico de lesiones de caries dental proximal usando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital CCD y tomografía computarizada de haz cónico in vitro.

IV.2. Objetivos Específicos

1. Determinar el diagnóstico radiográfico de lesiones de caries dental proximal usando técnica de aleta de mordida digital CCD según pieza dentaria y superficie.
2. Determinar el diagnóstico radiográfico de lesiones de caries dental proximal usando la técnica de tomografía computarizada de haz cónico según pieza dentaria y superficie.
3. Comparar los diagnósticos radiográficos de lesiones de caries dental proximal usando las técnicas de aleta de mordida digital CCD y tomografía computarizada de haz cónico según pieza dentaria.
4. Comparar los diagnósticos radiográficos de lesiones de caries dental proximal usando las técnicas de aleta de mordida digital CCD y tomografía computarizada de haz cónico según pieza dentaria y superficie.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1. Diseño del estudio

El estudio tiene diseño transversal, descriptivo y observacional mediante el uso de una base de datos de diagnósticos radiográficos de caries dental.

V.2. Población y Muestra

En la presente investigación la muestra fue la misma que la población. La muestra estuvo constituida por una base de datos de los diagnósticos radiográficos de 108 piezas dentarias (50 molares y 58 premolares, con 106 superficies mesiales y 100 distales), consta del diagnóstico radiográfico de caries dental interproximal usando las técnicas de aleta de mordida digital CCD y tomografía computarizada de haz cónico. El tamaño muestral siguió los parámetros de Mohtavipour.¹⁸

Los datos fueron proporcionados por el Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la UPCH-FE. Es relevante mencionar que esta investigación forma parte de la línea de investigación del diagnóstico de enfermedades más frecuentes de la Sección de Imaginología Bucomaxilofacial, esta sección se seleccionó los especímenes, para elaborar las maquetas. Después se hizo las tomas radiográficas y se realizó los diagnósticos y construyó la base de datos (Anexo 1).

V.3. Criterios de Selección

V.3.1 Criterios de Inclusión

- Registros de la base de datos de diagnósticos radiográficos de lesiones de caries dental proximal usando la técnica de tomografía computarizada de haz cónico y sistema digital CCD proporcionados por el Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

V.3.2. Criterios de exclusión

- Registros incompletos de la base de datos de diagnósticos radiográficos de lesiones de caries dental proximal usando la técnica de tomografía computarizada de haz cónico.
- Registros incompletos de la base de datos de diagnósticos radiográficos de lesiones de caries dental proximal usando la técnica de aleta de mordida digital directa con dispositivo de carga acoplada.

V.4. Variables - Anexo 5

V.4.1. Técnicas de diagnóstico

- Definición conceptual: Es el conjunto de procedimientos para poder detectar una condición de salud o enfermedad.
- Definición operacional: Según la base de datos se indicaban dos técnicas diagnósticas: Radiografías de aleta de mordida digital con sistema de carga acoplada y tomografía computarizada de haz cónico.
- Indicadores: Registro de la técnica utilizada.
- Tipo: Cualitativa
- Escala de medición: Dicotómica - Nominal
- Valores y Categorías: Radiografías de aleta de mordida digital con CCD e imágenes de tomografía computarizada de haz cónico.

V.4.2. Diagnóstico radiográfico de caries dental

- Definición conceptual: Es el conjunto de procedimientos por el cual se identifica la desmineralización de la estructura dentaria provocada por caries dental.
- Definición operacional: Según la base de datos se indicaban los criterios diagnósticos según Russel y Pitts: 0: RO, 1: R1, 2: R2, 3: R3, 4: R4.
- Indicadores: Diagnóstico de caries dental propuesto por Russel y Pitts.
- Tipo: Cualitativa
- Escala de medición: Politémica - Ordinal
- Valores y Categorías: 0: RO, 1: R1, 2: R2, 3: R3, 4: R4.

V.4.3. Tipo de pieza dentaria

- Definición conceptual: Se indicaron según tipo de diente sea premolar y molar
- Definición operacional: Según la base de datos se indicaba Premolar (PM) o Molar (M).
- Indicadores: Registro de la pieza dentaria evaluada.
- Tipo: Cualitativa
- Escala de medición: Dicotómica - Nominal
- Valores y Categorías: 1: Premolar - 2: Molar

V.4.3. Superficie proximal

- Definición conceptual: Se definen como Distal: Se alejan a la línea media y Mesial: Se acercan de la línea media.
- Definición operacional: Según la base de datos se indicaba Mesial (M) y Distal (D).
- Indicadores: Registro de superficie dentaria evaluada.
- Tipo: Cualitativa
- Escala de medición: Dicotómica - Nominal
- Valores y Categorías: 1: Distal – 2: Mesial

V.5. Instrumento

Para el presente trabajo se utilizaron dos Fichas de Registro (Anexo 2 y 3) en función a la base de datos de diagnósticos radiográficos de caries dental.

V.6. Procedimientos y Técnicas

Para el inicio de la investigación, lo primero fue solicitar el permiso para el uso de la base de datos registrado de diagnósticos radiográficos de caries dental proximal al Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. (Anexo 1)

La base de datos registrados constó 108 piezas dentarias previamente evaluadas con 50 molares y 58 premolares, con 106 superficies mesiales y 100 distales. En cada registro que se examinó el diagnóstico radiográfico de caries dental proximal usando la técnica de aleta de mordida digital con sistema de carga acoplada y tomografía computarizada de haz cónico.

Estos especímenes fueron colocados en una placa de acrílico compuesto por 2 filas de 4 premolares y 4 molares de forma aleatoria donde la porción coronaria quedó fuera de la placa, con las superficies radiculares sumergidas en el interior y sin contacto proximal (los dientes se mantuvieron separados) porque al ser especímenes provenientes de distintos donantes los contactos proximales no coinciden y dado que el tener un contacto proximal origina artefactos en la tomografía. La base de la unidad de estudio tuvo una longitud de 6 cm, un alto de 2cm y un ancho de 5 cm, estas mediciones se calcularon en función de los promedios de mediciones de premolares.

Posteriormente para la validación del recojo de datos se necesitó de una calibración para el investigador con las dos técnicas de diagnóstico aleta de mordida digital con

sistema de carga acoplada y tomografía computarizada de haz cónico. A cargo de dos especialistas, cada uno de ellos teniendo una experiencia mayor a 10 años en el área. Se decidió contar con dos evaluadores por área para disminuir la variación individual, aumentar la fiabilidad y mantener la repetitividad garantizando la confiabilidad y validez. Para lo cual se contó con 10 especímenes para el ejercicio, para determinar la concordancia de los valores propuestos de lesiones de caries dental (0: R0, 1: R1, 2: R2, 3: R3, 4: R4).

Luego de terminar la calibración del investigador, se procedió a la evaluación de las unidades de estudio. Primero fueron evaluados radiológicamente por la técnica de aleta de mordida digital con sistema de carga acoplada y después con la tomografía computarizada de haz cónico.

Una vez teniendo la base de datos se depuró la misma identificando los registros inválidos para el posterior análisis y construcción de las tablas de resultados.

V.7. Plan de Análisis

Para la presente investigación se usó el programa Excel para depurar la base de datos y su análisis fue en el programa estadístico SPSS v. 20. El presente estudio contó con un nivel de confianza de 95% y un $p < 0.05$. para el análisis de todos los registros.

El análisis estadístico fue el siguiente:

Descriptivo: Frecuencias absolutas y relativas de los diagnósticos de caries dental, según pieza dentaria y superficie.

Bivariado: Prueba de coeficiente de Kappa para la evaluación de las concordancias de diagnósticos de caries dental según técnica tomografía computarizada de haz cónico y digital CCD.

V.8. Consideraciones Éticas

En el estudio presentado previamente tuvo que ser aprobada por el Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia antes de su realización con fecha de 12 de diciembre del 2012 y cuenta con código SIDISI N° 59941 (Anexo 4). La investigación no contó con humanos y los especímenes fueron proporcionados por el banco de dientes del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial sin tener forma de identificar a sujeto alguno.

VI. RESULTADOS

Se seleccionó la base de datos de los diagnósticos radiográficos de 108 piezas dentarias con lesiones de caries dental proximal de los cuales fueron 50 molares y 58 premolares con 106 superficies proximales mesiales y 100 superficies proximales distales.

Los registros de diagnóstico de caries dental proximal usando la tomografía computarizada de haz cónico presenta el máximo valor con 79 (38.3%) en superficies proximales (R1) y el menor valor fue en lesiones cariosas proximales R4 con 13 (6.3%) (Tabla N°1).

Los datos registrados por medio de la radiografía digital directa con dispositivo CCD presenta el máximo valor con 110 (55%) superficies proximales sanas (R0) y el menor valor fue en lesiones cariosas proximales R4 con 13 (6%) (Tabla N°2).

Según la concordancia del diagnóstico radiográfico de lesiones cariosas proximales se encontró que existe mayor valor en R0 (95.6%) seguidamente de lesiones R4 (92.3%), R3 (57.4%), R2 (52.2%) y como menor valor en lesiones R1 (25.6%) (Tabla N°3).

Se encontró que existe una mayor concordancia con diagnóstico R0 en piezas premolares con un 100% en superficie distal y 92.3% en superficie mesial y en piezas molares con un 100% en superficie mesial y 92.3% en superficie distal. Mientras en el menor valor de concordancia obtenido con diagnóstico de R1 se

encontró que las piezas premolares obtuvieron un 31.3% y 27.3%, en superficies mesial y distal respectivamente y en piezas molares un 34.8% y 5.9%, en superficies mesial y distal respectivamente (Tabla N°3).

Podemos encontrar que hubo mayor concordancia en los diagnósticos de lesiones de caries proximal de piezas molares con valores en R4 (100%), R0 (96.4%), R3 (63.2%) y piezas premolares R2 (56.3%) y R1 (28.9%); y según superficie el mayor valor se encontró en mesial con R4 (100%), R0 (96.4%), R3 (57.7%), R2 (40%) y R1 (33.3%) (Tabla N°4).

En la comparación del registro de diagnóstico de lesiones de caries dental según técnicas radiográficas se evidenció una concordancia moderada ($Kappa = 0.51$, $p < 0.01$) siendo necesaria para pruebas diagnósticas un mínimo de concordancia muy buena ($Kappa > 0.80$) (Tabla N°3 y Tabla N°4).

Tabla N° 1. Diagnóstico de lesiones cariosas proximales usando tomografía computarizada de haz cónico in vitro.

DIENTE	CBCT									
	R0		R1		R2		R3		R4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Premolar										
Mesial	14	25.0	16	28.6	6	10.7	17	30.4	3	5.4
Distal	4	7.4	23	42.6	8	14.8	11	20.4	8	14.8
Total	18	16.4	39	35.5	14	12.7	28	25.5	11	10.0
Molar										
Mesial	15	30.0	23	46.0	3	6.0	9	18.0	0	0.0
Distal	13	28.3	17	37.0	5	10.9	9	19.6	2	4.3
Total	28	29.2	40	41.7	8	8.3	18	18.8	2	2.1
Superficie										
Mesial	29	27.4	39	36.8	9	8.5	26	24.5	3	2.8
Distal	17	17.0	40	40.0	13	13.0	20	20.0	10	10.0
TOTAL	46	22.3	79	38.3	22	10.7	46	22.3	13	6.3

R0: Sano.

R1: Caries dental a inicios del esmalte.

R2: Caries dental a nivel profundo del esmalte.

R3: Caries dental en dentina.

R4: Caries dental amplia y profunda sin compromiso pulpar.

n: Frecuencia absoluta.

%: Frecuencia relativa.

CBCT: Tomografía computarizada de haz cónico.

*: Se evaluaron 108 dientes (50 molares y 58 premolares), 106 superficies mesiales y 100 distales.

Tabla N° 2. Diagnóstico de lesiones cariosas proximales usando radiografías digitales in vitro.

DIENTE	RADIOGRAFÍA DIGITAL										
	R0		R1		R2		R3		R4		
	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Premolar											
	Mesial	25	44.6	10	17.9	7	12.5	11	19.6	3	5.4
	Distal	25	46.3	6	11.1	9	16.7	7	13.0	7	13.0
	Total	50	45.5	16	14.5	16	14.5	18	16.4	10	9.1
Molar											
	Mesial	30	60.0	9	18.0	4	8.0	6	12.0	1	2.0
	Distal	30	65.2	4	8.7	4	8.7	6	13.0	2	4.3
	Total	60	62.5	13	13.5	8	8.3	12	12.5	3	3.1
Superficie											
	Mesial	55	51.9	19	17.9	11	10.4	17	16.0	4	3.8
	Distal	55	55.0	10	10.0	13	13.0	13	13.0	9	9.0
TOTAL		110	55.0	29	14.0	24	12.0	30	15.0	13	6.0

R0: Sano.

R1: Caries dental a inicios del esmalte.

R2: Caries dental a nivel profundo del esmalte.

R3: Caries dental en dentina.

R4: Caries dental amplia y profunda sin compromiso pulpar.

n: Frecuencia absoluta.

%: Frecuencia relativa.

*: Se evaluaron 108 dientes (50 molares y 58 premolares), 106 superficies mesiales y 100 distales.

Tabla N° 3. Concordancia del diagnóstico de lesiones cariosas proximales usando tomografía computarizada de haz cónico y radiografías bitewing digitales in vitro según pieza dentaria.

PIEZA DENTARIA	R0		No		R1		No		R2		No		R3		No		R4		No		Kappa	
	Concordancia		concordancia		Concordancia		concordancia		Concordancia		concordancia		Concordancia		concordancia		Concordancia		concordancia		Valor	p
	n	%	N	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%		
Premolar																						
Mesial	12	92.3	1	7.7	5	31.3	11	68.8	2	28.6	5	71.4	9	52.9	8	47.1	3	100.0	0	0.0	0.42	<0.01
Distal	4	100.0	0	0.0	6	27.3	16	72.7	7	77.8	2	22.2	6	54.5	5	45.5	7	87.5	1	12.5	0.47	<0.01
Molar																						
Mesial	15	100.0	0	0.0	8	34.8	15	65.2	2	66.7	1	33.3	6	66.7	3	33.3	0	0.0	0	0.0	0.47	0.02
Distal	12	92.3	1	7.7	1	5.9	16	94.1	1	25.0	3	75.0	6	60.0	4	40.0	2	100.0	0	0.0	0.30	<0.01
TOTAL	43	95.6	2	4.4	20	25.6	58	74.4	12	52.2	11	47.8	27	57.4	20	42.6	12	92.3	1	7.7	0.43	<0.01

R0: Sano.

R1: Caries dental a inicios del esmalte.

R2: Caries dental a nivel profundo del esmalte.

R3: Caries dental en dentina.

R4: Caries dental amplia y profunda sin compromiso pulpar.

n: Frecuencia absoluta.

%: Frecuencia relativa.

CBCT: Tomografía computarizada de haz cónico.

Kappa: Prueba de concordancia de Kappa.

p: Nivel de significancia estadística.

*: Se evaluaron 108 dientes (50 molares y 58 premolares), 106 superficies mesiales y 100 distales.

Tabla N° 4. Concordancia del diagnóstico de lesiones cariosas proximales usando tomografía computarizada de haz cónico y radiografías bitewing digitales in vitro según pieza dentaria y superficie.

PIEZA DENTARIA Y SUPERFICIE	R0		R1		R2		R3		R4		Kappa														
	Concordancia		No concordancia		Concordancia		No concordancia		Concordancia		No concordancia														
	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Valor	p											
Diente																									
Premolar	16	94.1	1	5.9	11	28.9	27	71.1	9	56.3	7	43.8	15	53.6	13	46.4	10	90.9	1	9.1	0.45	<0.01			
Molar	27	96.4	1	3.6	9	22.5	31	77.5	3	42.9	4	57.1	12	63.2	7	36.8	2	100.0	0	0.0	0.39	<0.01			
Superficie																									
Mesial	27	96.4	1	3.6	13	33.3	26	66.7	4	40.0	6	60.0	15	57.7	11	42.3	3	100.0	0	0.0	0.44	<0.01			
Distal	16	94.1	1	5.9	7	17.9	32	82.1	8	61.5	5	38.5	12	57.1	9	42.9	9	90.0	1	10.0	0.41	<0.01			
TOTAL	43	95.6	2	4.4	20	25.6	58	74.4	12	52.2	11	47.8	27	57.4	20	42.6	12	92.3	1	7.7	0.43	<0.01			

R0: Sano.

R1: Caries dental a inicios del esmalte.

R2: Caries dental a nivel profundo del esmalte.

R3: Caries dental en dentina.

R4: Caries dental amplia y profunda sin compromiso pulpar.

n: Frecuencia absoluta.

%: Frecuencia relativa.

CBCT: Tomografía computarizada de haz cónico.

Kappa: Prueba de concordancia de Kappa.

p: Nivel de significancia estadística.

*: Se evaluaron 108 dientes (50 molares y 58 premolares), 106 superficies mesiales y 100 distales.

VII. DISCUSIÓN

La detección de lesiones cariosas depende de un diagnóstico preciso para los odontólogos los cuales determinan el tipo de tratamiento adecuado. Existen varios métodos para detectar caries dental en una fase temprana antes que comprometa el tejido pulpar, la técnica radiográfica convencional es la más usada entre todos los métodos auxiliares que existen, sin embargo, cada vez se usan nuevas técnicas como la radiografía digital e incluso la tomografía computarizada.¹⁰

Particularmente, el estudio radiográfico, permite detectar las lesiones cariosas, debido a que el proceso infeccioso provoca una pérdida de minerales de las estructuras dentarias y ésta permite el ingreso de los rayos X, los cuales impresionan a la película dejando una zona radiolúcida, para cuyo efecto es necesario que la desmineralización supere el 40 %.¹¹

El diagnóstico de lesiones cariosas por medios radiográficos en las superficies proximales presenta limitaciones, porque las lesiones cariosas en esmalte suelen comenzar en la superficie externa y tiende a penetrar de forma triangular hacia la unión esmalte dentina, no habiendo diferencias sustanciales entre una pieza sana y una con presencia de lesión cariosa proximal.¹²

Por estas razones, se ha establecido que mientras la lesión cariosa proximal no alcance la dentina solo se limiten al esmalte, las radiografías no permiten identificarla plenamente. Sin embargo, aunque no se puedan identificar plenamente, tampoco hay que descartar la posible identificación de una lesión en la mitad interna

del esmalte. El único indicio detectable de una lesión precoz en la superficie proximal puede ser una tenue sombra grisácea en el punto interproximal entre dos piezas dentarias mediante la inspección visual.¹³

Por tanto, se hace necesario mejorar las técnicas actualmente existentes debido a que ninguna es completamente eficaz, ni la técnica visual ni las radiografías bitewing convencionales. Sin embargo, existen técnicas radiográficas complementarias tales como la técnica radiográfica bitewing digital y la CBCT (por sus siglas en inglés para tomografía computarizada de haz cónico) la cual se mantiene como la promesa más firme de constituirse en la modalidad más eficaz de proyección de imágenes.

El propósito del presente estudio fue comparar el diagnóstico de lesiones de caries dental interproximal utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (sistema de carga acoplada) y la tomografía computarizada de haz cónico, con las imágenes obtenidas de las molares y premolares en total 108 piezas dentarias.

En la técnica empleada con radiografías bitewing digitales se observó mayor número de lesiones cariosas proximales con diagnóstico R1 con un 38.3% y menor valor en R4 con un 6.3%. En la CBCT el tipo de caries que presentó mayor número fue R0 con un 100% y la que menos presentó fue R4. Los resultados demostraron que existe una mayor prevalencia de lesiones de caries dental proximal en piezas molares y en las superficies mesiales según la base de datos registrada.

En el estudio de López et al. (Perú; 2017). En la investigación se comparó el diagnóstico radiográfico de lesiones de caries dental proximal, para lo cual, se

utilizó la técnica de aleta de mordida convencional y sistema digital directa con dispositivo de carga acoplada con los mismos parámetros. Para su elaboración se llevó a cabo con una base de 108 piezas dentarias que fueron 50 molares y 58 premolares, con una significancia de 95% y un $p < 0.05$. Al finalizar se concluye que existe diferencia en el diagnóstico radiográfico de lesiones cariosas proximales utilizando la técnica de aleta de mordida convencional y sistema digital directa con dispositivo de carga acoplada.⁵⁵

En otro estudio similar de Trevejo et al. (Perú; 2017), que tuvo como objetivo comparar la validez diagnóstica de ambos sistemas de radiografía digital directa con CCD y PSP con los mismos estándares de calibración. Se evaluaron 112 superficies proximales de 27 molares y 31 premolares extraídos, con o sin lesiones cariosas proximales incipientes, los valores de sensibilidad obtenidos para el sistema CCD y PSP fueron de 0.35 y 0.31, respectivamente para cada uno. Los valores de especificidad fueron similares para ambos sistemas imaginológicos. De la investigación se concluye que los sistemas CCD y PSP presentaron mejor capacidad para la detección de superficies sanas sin lesión de caries dental, pero una baja exactitud para detectar lesiones cariosas proximales incipientes.⁵⁶

En el estudio de Ruano et al. (Perú; 2016), se evaluaron 108 dientes (50 molares y 58 premolares) con la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (sistema de placas de fósforo Dürr DENTAL) y la tomografía computarizada de haz cónico (i-CAT Next Generation) in vitro. De esta investigación se concluye que existe diferencia en el diagnóstico de lesiones cariosas proximales utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (sistema de placas de fósforo) y tomografía

computarizada de haz cónico in vitro.⁵⁷ Se requiere de más publicación científicas para obtener más evidencia.

Posteriormente en el mismo año Mujica et al. (Perú; 2016), evaluó 108 piezas dentarias (50 molares y 58 premolares). Se realizó la adquisición de imágenes mediante tomografía de haz cónico (I-Cat de Images Sciences ®) y radiografía convencional (Vario DG Sirona ® con placas Kodak® Ultraspeed N° 2). Se concluyó que existe diferencia en el diagnóstico de lesiones de caries dental proximal utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida convencional y tomografía computarizada de haz cónico in vitro.⁵⁸

Muhammed I et al. (Arabia Saudita; 2014). En dicha investigación el objetivo fue comparar la calidad de imagen entre dos diferentes tipos de radiografías digitales con el sistema (Sirona, Alemania, Alemania) y una película E-speed (Kodak, Rochester, NY) con la técnica radiográfica convencional. Para su elaboración se contó con 25 dientes extraídos que fueron evaluados por dos observadores con los mismos parámetros. En el procesamiento de las imágenes los resultados revelaron que existió una diferencia significativa entre los diferentes tipos de imágenes digitales con una mayor calidad en el sistema Sirona que el Kodak. Un punto relevante fue que se obtuvo mayor precisión en el diagnóstico con la técnica radiográfica convencional. De esta investigación se concluye que deben de existir otras técnicas alternativas o complementarias para determinar lesiones cariosas proximales con mayor precisión para determinar el grado de profundidad. En nuestra investigación comparamos la tomografía computarizada de haz cónico con el sistema digital CCD y se obtuvo resultados similares, ya que encontramos

diferencias estadísticamente significativas para el diagnóstico radiográfico de lesiones cariosas proximales entre la tomografía computarizada de haz cónico y la realizada con sistema digital CCD.⁵⁹

En el estudio de Anupama et al. (India; 2011) decidieron comparar la radiografía convencional y el sistema digital Dexis para evaluar la precisión en el diagnóstico de lesiones de caries proximal. Esta investigación se llevó a cabo con una base de datos de 105 piezas dentales y reportaron que no existía diferencia estadísticamente significativa. Se concluyó que ambos métodos fueron poco precisos cuando se trató de detectar lesiones de caries a nivel de esmalte; pero a medida que la lesión cariosa fue aumentando en profundidad hacia dentina, la tasa de acierto fue incrementando. En nuestra investigación según la concordancia del diagnóstico radiográfico de lesiones cariosas proximales se encontró que existe mayor valor en R0 (95.6%) seguidamente de lesiones R4 (92.3%), R3 (57.4%), R2 (52.2%) y como menor valor en lesiones R1 (25.6%), cuyos resultados son similares al estudio realizado.⁵⁹

Posteriormente Kamburog et al. (Brasil; 2010) evaluaron la capacidad de diagnóstico in vitro entre la inspección visual, radiografías convencionales, el dispositivo de carga acoplada (CCD), sensor fósforo fotoestimulable (PSP) y la tomografía computarizada de haz cónico para la detección de caries proximales en comparación con el gold estándar histológico. Se midieron los coeficientes de Kappa para cada patrón, las diferencias entre los métodos de detección no fueron estadísticamente significativas ($P < 0.05$). Como resultado todas las técnicas utilizadas detectan de manera similar las lesiones cariosas proximales. Estos resultados difieren con la presente investigación, debido a que, sí existe diferencia

estadísticamente significativa de ($p < 0.01$) usando radiografías bitewing digitales y con la tomografía computarizada de haz cónico. ²⁴

Hintze H. y Wenzel A. (Dinamarca; 2008) realizaron un estudio donde evaluaron la precisión del método de diagnóstico para caries dental proximal entre ocho sistemas radiográficos. 1) MPDx (Dental/Medical Diagnostic System Inc., Woodland Hills, CA, EEUU); 2) Dixi (Planmeca, Helsinki, Finlandia); 3) Sidexis (Sirona, Bensheim, Alemania); 4) RVG₁ (Trophy, Paris, Francia, modelo 1994); 5) RVG₂ (Trophy, Paris, Francia, modelo 2000); 6) Visualix (Gendex, Milan, Italia). Estos seis de tipo digital y dos sistemas de películas convencionales: Ektaspeed Plus e Insight (Eastman Kodak, Rochester, NY, EEUU) para la detección de caries dental en 177 dientes permanentes. Esta investigación presentó diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas digitales y convencionales ($p < 0.001$)⁴⁷. Los resultados de esta investigación van acordes con los encontrados en nuestra investigación.

Esta investigación encontró diferencias entre el diagnóstico radiográfico de caries dental a través de los sistemas digitales y radiografía convencionales. Sin embargo, tuvimos dos limitaciones fundamentales al realizar el estudio: utilizar una base de datos y no poder afirmar la superioridad de una de las técnicas sobre la otra, por falta de gold estándar histológico.

Respecto a la tomografía computarizada de haz cónico también se han realizado estudios comparativos entre la misma técnica tal como el de Tsuchida R (Japón; 2007) comparó la precisión de tomografía volumétrica Cone Beam en la detección

de lesiones cariosas proximales incipientes. Se evaluaron 100 superficies, se encontraron 71 superficies proximales con lesiones cariosas 47 limitadas al esmalte y 24 en dentina. Siete radiólogos orales determinaron la presencia de lesiones de caries. Los cuales refirieron que no hubo precisión ni diferencia estadística entre Accuitomo (0.65) y las radiografía bitewing convencionales (0.633) en la detección de lesiones cariosas proximales.⁴⁴ En los resultados obtenidos cabe mencionar que los modelos o maquetas confeccionadas que se utilizaron fueron sumergidos en agua para simular el tejido blando lo cual no se realizó en la presente investigación sin embargo en el estudio se encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas durante su manipulación y procesamiento.

Además, se han evaluado otros artículos con técnicas convencionales intraorales y tomografía computarizada de haz cónico con la finalidad de comparar ambas técnicas para la detección de lesiones cariosas proximales y la evaluación de su profundidad, Kalathingal et al. (Turquia; 2007). Se realizó el estudio en 20 piezas posteriores y se obtuvo las imágenes de la tomografía computarizada de haz cónico en cortes axiales y sagitales, así como las imágenes en radiografías convencionales, las cuales fueron analizadas por 8 observadores que determinaron la presencia y profundidad de las lesiones cariosas proximales. En este estudio se observó que la precisión diagnóstica de la radiografía convencional fue de 0.79 y de la tomografía de haz cónico de 0,82 siendo esta diferencia no significativa. Además, se observó que la sensibilidad fue mayor en la tomografía de haz cónico y la especificidad menor. La evaluación de la profundidad de caries fue mejor en tomografía de haz cónico (0,68) y de la radiografía convencional (0,47). No existen diferencias

estadísticas significativas entre ambas modalidades para la detección de caries proximales.⁶⁰

En el mismo año, Şenel et al. (Turquía; 2007) evaluaron el diagnóstico de lesiones cariosas in vitro usando la habilidad de inspección visual, placas de CCD, PSP y CBCT en la detección de caries dental proximal en dientes posteriores comparando con el gold estándar histológico. Realizaron la inspección visual de todos los métodos en 138 dientes (276 superficies). El presente estudio no encontró diferencias significantes en la habilidad diagnóstica de inspección visual de las diferentes técnicas en la detección de caries proximales. ($p > 0.05$). Debe tomarse en cuenta que el presente estudio las imágenes de CBCT se obtuvieron con la resolución de menor tamaño disponible con un voxel de tamaño (0.3mm).²⁵ Se observó que los resultados son distintos a la presente investigación, esta diferencia radica en relación a que se evaluaron 4 modalidades y en la presente investigación se evaluaron 2 en las cuales si se presentó diferencias significantes en el diagnóstico además de que el gold estándar fue histológico y en la presente investigación la CBCT.

Finalmente, esta investigación proporciona resultados que ayudan a aumentar el conocimiento científico de los profesionales, siendo parte de una línea de investigaciones para mejorar la práctica clínica en el diagnóstico de la caries dental.

VIII. CONCLUSIONES

1. Existió diferencia en el diagnóstico radiográfico de lesiones de caries dental interproximal usando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital CCD y tomografía computarizada de haz cónico.
2. Se encontró un mayor diagnóstico de lesiones de caries dental interproximal en R1 y un menor valor en R4 usando la técnica de aleta de mordida digital CCD.
3. Se encontró un mayor diagnóstico de lesiones de caries dental en superficie interproximal sana R0 y un menor valor en R4 usando la tomografía computarizada de haz cónico.
4. Se encontró mayor concordancia con diagnóstico R0 en piezas premolares y un menor valor con diagnóstico R1 en piezas premolares respectivamente usando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital CCD y tomografía computarizada de haz cónico según la pieza dentaria.
5. Se encontró mayor concordancia en piezas molares con diagnóstico R4 y mayor concordancia en superficie mesial con diagnóstico R4 respectivamente usando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital CCD y tomografía computarizada de haz cónico según pieza dentaria y superficie.

IX. RECOMENDACIONES

- Realizar el mismo procedimiento in vivo, de esta forma se podrá evaluar la sobre posición de tejido blando, de no ser así podría utilizarse alguna barrera que simule al mismo.
- Se sugiere la evaluación con mayor cantidad de observadores, para así poder tener mayor precisión en el resultado.
- El gold estándar histológico es importante para poder confirmar los datos obtenidos mediante las técnicas imaginológicas usadas.
- Los resultados obtenidos son de relevancia en el ámbito social y clínico para poder determinar a qué paciente realizar determinado estudio.
- Realizar el estudio in vitro e in vivo con presencia restauraciones dentales, cuerpos extraños, etc. Que podrían ocasionar artefactos en la imagen, para poder determinar la precisión en el diagnóstico de lesiones de caries dental interproximal.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Donald A, Tyndall, et al. Cone Beam- CCD digital Diagnostic Applications: Caries, Periodontal Bone Assessment and Edodontic applications. *Dent Clin N Am.*2008;12(52):2017-2041.
2. Whaites E et al. Essentials of dental radiography CCD compared to cone beam computed tomography an daiology. *Int J Med Robot*, 2007; 4(4):367-369.
3. Ludlow J, Davies L, White S. Patient risk related to common dental radiographic examinations vs 3D cone-beam computerised tomography scanner. *J Am Dent Assoc.*2008; 3(139):2237-2243.
4. Brendan Fanning. CBCT- The justification process CBCT, audit and review of the recent literature. *Journal of the Irish Dental Association.* 2011; 57(5):2056-2061.
5. Mozzo P, Procari A, et al. A new volumetric CT machine and CCD digital sensor for the dental imaging base on cone beam technique: Preliminary results. *Eur Radiol.*1998; 8(9):1558-1564.
6. Kau C, et al. Cone-beam computed tomography and CCD digital sensor Xios Sirona of the maxillofacial region-an update. *Int J Med Robot.*2009,5(4):2066-2065.
7. Ludow J, et al. Effective radiation dose of 3D cone-beam computerised tomography scanner with different dental protocols. Clinical applications of a limited tomograph Accuitomo 3D. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endo.*2012;(116):2770-2776.
8. Isaacson K, et al. Guidelines for the use of Radiographs and Cone-beam computed tomography uses and aplications in Clinical Orthodontics.2008,3(6):2011-2034.
9. Merrett S, et al. Cone beam computed tomography and CCD digital sensor: A useful tool in orthodontic diagnosis and treatment planning. *J Orthod.*2009;(36):2002-2010.
10. Van Daatselaar A, et al. Dental Caries, definition, current concepts. The conventional radiology as an auxiliary method for its detection and treatment. *Dentomaxillofac Radiol.*2004.

11. Akdeniz G, et al. Dental Caries, definition, current concepts. Process of advancing carious lesions in dental structures. Clinical and radiological. Caries Res.2006 ;(40):202-07.
12. Park YS, et al. Dental Caries, definition, advances and technology. Classifications in pits and fissures, occlusal and proximal of the carious lesions. J Korean Acad Conserv Dent.2011;(36):2008-2017.
13. Van Daatselaar A, et al. Dental caries. carious lesions in enamel and dentin. New advances for early prevention and early treatment. Dentomaxillofac Radiol.2004.
14. Young SM, et al. A comparative study of high resolution cone beam computed tomography and charge coupled device sensors CCD for detecting caries. Dentomaxillofac Radiol.2009; 3(38):2445-2451.
15. Tsuchida, Araki K, Okamp. Cone beam computed tomography and digital sensor 2D: A useful tool in orthodontic diagnosis and treatment planning. J Orthod.2009;(36):2002-2010.
16. Hanley JA, et al. A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases with Cone beam computed tomography CBCT. Radiology.1983 ;(148):1839-1843.
17. Bae KH, et al. Theory of X ray sensor CCD Y microcomputed tomography cone beam in dental research: application for the caries research. J Korean Acad Conserv Dent.2011;(36):2000-2007.
18. Tyndall DA, Caplan D. Extraoral imaging for proximal caries detection: Bitewings vs CBCT. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.2004;(98).
19. Mozzo P, et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results and definition. Eur Radiol.1998;(8):1558–1564.
20. Tsuchida R, Araki K, Okano T. Evaluation of a limited cone beam volumetric imaging system: comparison with film radiography conventional in detecting incipient proximal caries. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.2007;3(104):2412-2426.

21. Tsuchida, Araki. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography and digital sensor CCD scans compared with intraoral image modalities for detection of caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol.*2008.
22. Haiter-Neto, et al. Comparative study for the detection of carious lesions with the Accuitomo 3DX computerized tomograph seen in three fields and in charge sensor coupled CCD. *J Dent.*1993;(21):1931-1940.
23. Young, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic 3DX Accuitomo and others method conventional and digital for dental use. *Dentomaxillofac Radiol.*1999;3rd ed.(28):1945–1948.
24. Kamburog'lu K, Senel. A PC study for estimating organ dose and effective dose values in computed tomography cone beam and sensor digital CCD. *Eur J Radiol.*1999;3(9).
25. Senel, Nakamura T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intra oral radiographs, tomographic cone beam, digital radiography with CCD coupled charging system and PSP phosphor plate in study comparative. *Dentomaxillofac Radiol.*2007:77-82.
26. Kayipmaz, et al. Effect of image magnification of digitized bitewing radiographs digital PSP phosphor plate, conventional intra oral radiographs and tomographic cone beam, on approximal and occlusal caries detection: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol.*1995.
27. Haak R, et al. Conventional bitewing radiographs digital CCD and contrast enhanced bite wing radiographs in the decision to restore proximal carious lesions. *Caries Res.*2001;3(35).
28. Rimmer PA. An in vivo comparison of radiographic bitewing digital CCD and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Res.*1992; 3(26):1946-1952.
29. Wetphalen, et al. Detection of approximal caries with a storage phosphor system and radiographic bitewing digital. A comparison of enhanced digital images with dental X ray film. *Dentomaxillofac Radiol.*1996;3(25).
30. Li G, et al. Detection of in vitro proximal caries in storage radiographic bitewing digital study and proyets with different resolutions. *Dentomaxillofac Radiol.*2008;(37).

31. Ziegler CM, et al. Applications and advantages of the use of digital radiographs with load sensor coupled CCD in professional practice. *Dentomaxillofac Radiol.*2002; 3rd ed. (31):2026-2030.
32. Mozzo P, Andreis IA. A new volumetric CT machine computed tomography cone beam for dental imaging based on the cone beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.*1998;(8):1558-1564.
33. Danforth RA. Cone beam volume tomography: a new digital imaging option for dentistry. *J Calif Dent Assoc.*2003;(31).
34. Verdonshot. Caries detection methods: Can they aid decision making for invasive sealant treatment? Clinical indications for digital volume tomography cone beam in oral and maxillofacial surgery *Caries Res.*2001;(35):83-9.
35. Jablonski Momeni A, Stachniss V. Basic principles of the use of cone beam computed tomography proposed by the dental board in a medical audit. *Caries Res.*2008; (42).
36. Tammissalo E, et al. The justification the basic principle of the correct use of the conic beam computerized tomograph. ALARP considerations. *Dentomaxillofac Radiol.*1999;3rd ed. (28).
37. Hintze H, et al. Basic principles of radiological safety proposed by the European Commission of radiological safety for the correct use of the conic beam computerized tomograph. *Dentomaxillofac Radiol.*1999:132-36.
38. Bader JD. Applications and benefits of correct use of the conic beam computerized tomograph. *J Am Dent Assoc.* 2004;(135):2413-26.
39. Wicht MJ, et al. Basic foundations between the use of a conventional tomograph and conic beam computed tomography. *Caries Res.*2001;3(35).
40. Donnelly LF, et al. Fundamental applications for the detection of carious lesions with conventional systems and cone-beam computed tomography in vitro. *AJR Am J Roentgenol.*2001;(176).
41. Gröndahl HG, et al. Clinical applications of a cone beam tomograph. New in the dental market i-CAT NEXT GENERATION. *Caries Res.*2001.
42. Donnelly LF, et al. Fundamental applications for the detection of carious lesions with conventional systems and cone-beam computed tomography in vitro. *AJR Am J Roentgenol.*2001.

43. Brief J, Hassfeld S. Fundamental applications of cone-beam computed tomography for the detection of carious lesions. Clinical applications. Dentomaxillofac Radiol.2002.
44. Tsuchida R, Araki K, Okano T. Comparative study between conic beam computed tomography and coupled charge devices for the detection of carious lesions in vitro. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.2007;3(104):2412-2426.
45. Wenzel A, Moystad A. Decision criteria and characteristics of Norwegian general dental practitioners selecting digital radiography CCD y conic beam computed tomography. Dentomaxillofac Radiol.2001.
46. Akdeniz G, Tsuchida. Accuracy of proximal caries depth measurements: Comparative study using cone beam computed tomography with digital radiographs coupled charge CCD and phosphor plate.for the detection of ocular lesions. Caries Res.2006.
47. Haiter Neto F, Wenzel A. Comparative study for the detection of normal pathologies such as dental caries. Using the results of the CBCT conic beam computerized tomograph and a limited volume LCBCCT. Dentomaxillofac Radiol.2008.
48. Hanley JA, et al. Fundamental applications of the use of the CBCT conic beam computerized tomograph. Uses and advantages for its use. Radiology.1983.
49. Farman TT, et al. Recent study for dental applications. Discovering the dilemma. Are x-rays well to detect carious lesions? Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.2005 ;(99):485–89.
50. Møystad A, et al. Conic beam computed tomography. Applications and clinical foundations. Dentomaxillofac Radiol.2001;(30):2003–2008.
51. Kirkevang L-L, et al. Applications and uses of cone beam computed tomography. Fundamental principles proposed by the International Commission on Radiological Safety. Eur J Dent Educ. 2004.
52. Farman TT, Tammisalo E. Applications and uses of cone beam computed tomography. Principles in dental practice, alternative system compared to other systems. 1996.

53. Tsuchida, Danforth RA. Comparative study with conic beam computed tomography and conventional bitewing radiographs for the detection of occlusal carious lesions. *J Calif Dent Assoc.*2003;(31):2014-2025.
54. Larheim TA, et al. Applications and contributions of the conic beam computerized tomograph and the digital CCD system for the detection of carious lesions. *Dentomaxillofac Radiol.*1996.
55. Lopez et al. Estudio comparativo del diagnóstico radiográfico de lesiones de caries dental proximal utilizando la técnica de aleta de mordida convencional y digital directa con dispositivo de carga acoplada. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017.
56. Trevejo et al. Validez diagnóstica de dos sistemas de radiografía digital directa: dispositivo de carga acoplada y placa de fósforo foto-estimulable en la detección de lesiones de caries proximal incipiente. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017.
57. Ruano et al. Estudio in vitro del diagnóstico de lesiones de caries dental interproximal utilizando la técnica de radiografía de aleta de mordida digital (Sistema de placas de fósforo) y tomografía computarizada de haz cónico. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2016.
58. Mujica y col. Estudio in vitro de lesiones de caries dental proximal usando la técnica de radiografía de aleta de mordida convencional y tomografía de haz cónico (Cone Beam). Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2016.
59. Muhammed I et al. To compare the image quality between two different types of digital radiographs with the system (Sirona, Germany, Germany) and an E-speed film (Kodak, Rochester, NY) with the conventional radiographic technique. *Dentomaxillofac Radiol.*2008.
60. Anupama et al. To compare the conventional radiography and the Dexis digital system to evaluate the accuracy in the diagnosis of proximal caries lesions. *J Korean Acad Conserv Dent.*2011.
61. Kalathingal et al. Comparative study for the detection of proximal carious lesions using conic beam computed tomography and conventional radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.*2007.

ANEXO 5

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO	ESCALA	VALORES
Técnicas de diagnóstico	<p>Es el conjunto de procedimientos para poder detectar una condición de salud o enfermedad.²⁰</p> <p>Tomografía computarizada de haz cónico. Técnica que permite obtener imágenes en 3D de toda la estructura dentaria.</p> <p>Radiografía de aleta de mordida digital CCD. Técnica que permite obtener imágenes de las coronas de piezas superiores e inferiores sin distorsión.</p>	<p>Según la base de datos se indicaban dos técnicas diagnósticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiografías tomografía computarizada de haz cónico. • Radiografías de aleta de mordida digital CCD. 	Registro de la técnica utilizada.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	<p>1: Radiografías de tomografía computarizada de haz cónico.</p> <p>2: Radiografías de aleta de mordida digital CCD</p>
Diagnóstico radiográfico de caries dental	<p>Es el conjunto de procedimientos por el cual se identifica la desmineralización de la estructura dentaria provocada por caries dental.¹</p> <p>R0: No caries R1: Caries que se extiende hasta la mitad externa del esmalte. R2: Caries que se extiende hasta la mitad interna del esmalte, pero no en la dentina. R3: Caries que se extiende hasta la mitad externa de la dentina. R4: Caries que se extiende hasta la mitad interna de la dentina sin compromiso pulpar.</p>	<p>Según la base de datos se indicaban los criterios diagnósticos según Russel y Pitts:¹</p> <ul style="list-style-type: none"> • R0 • R1 • R2 • R3 • R4 	Diagnóstico de caries dental propuesto por Russel y Pitts ¹	Cualitativa	Politémica Ordinal	<p>0: R0</p> <p>1: R1</p> <p>2: R2</p> <p>3: R3</p> <p>4: R4</p>
Tipo de pieza dentaria	Se indicaron según tipo de diente sea premolar y molar.	Según la base de datos se indicaba Premolar (PM) o Molar (M).	Registro de la pieza dentaria evaluada.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	<p>1: Premolar</p> <p>2: Molar</p>
Superficie proximal	<p>Distal: Se alejan a la línea media.</p> <p>Mesial: Se acercan de la línea media.</p>	Según la base de datos se indicaba Mesial (M) y Distal (D).	Registro de superficie dentaria evaluada.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	<p>1: Distal</p> <p>2: Mesial</p>