



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**ESTUDIO IN VITRO DEL
DIAGNÓSTICO DE LESIONES DE
CARIES DENTAL OCLUSAL
UTILIZANDO LA TÉCNICA
RADIOGRÁFICA BITEWING DIGITAL
(SISTEMA DE PLACAS DE FÓSFORO)
Y TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA
DE HAZ CÓNICO (CONE BEAM)**

Tesis para optar el Título de Especialista en
Radiología Bucal y Maxilofacial

Norbel Martin López Muñoz

Lima - Perú

2016

ASESORES

Mg. Esp. Jorge Arturo Beltrán Silva

Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial

Esp. Raúl Rafferty Herrera Mujica

Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial

C.D. Mg. Roberto Antonio León Manco

Departamento Académico de Odontología Social

JURADO EXAMINADOR

Presidente : Mg. Esp. Elizabeth Ruiz G.

Secretario : Mg. Esp. Milushka Quezada M.

Vocal : CD. Esp. Carola Coronado L.

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 30 de Noviembre del 2016

CALIFICATIVO : Aprobado

DEDICATORIA

A mi esposa Rocío y mis hijas Brunella y Ariadna quienes me apoyaron y alentaron para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

AGRADECIMIENTOS

- A mis maestros por su apoyo en mi formación académica y a la Dra. María Eugenia Guerrero por las correcciones finales en la presente investigación.
- A mis compañeros de especialidad Lucho, Janet, Luisarabel y Connie con quienes pudimos complementar nuestras debilidades, fortalezas y haciendo de lado muchas diferencias me brindaron su amistad, confianza, apoyo incondicional y desinteresado convirtiéndose ahora en mi segunda familia.

RESUMEN

Objetivo: Comparar el diagnóstico de lesiones de caries dental oclusal utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida con placa de fósforo fotoestimulable y tomografía de haz cónico.

Materiales y métodos: Se evaluaron 108 piezas dentarias (50 molares y 58 premolares) cuyas imágenes fueron adquiridas con tomografía computarizada de haz cónico (I-cat de imágenes Sciences®) y de placas de fósforo fotoestimulable (Sistema de placas de fósforo Dürr Dental). Estas imágenes fueron evaluadas y clasificadas por 2 observadores según el tipo de caries oclusal en R0, R1, R2, R3, R4. Se calculó discrepancia en el diagnóstico mediante la prueba Chi cuadrado corregido por Yates tomando como gold estándar a la tomografía volumétrica.

Resultados: Se observó la concordancia del diagnóstico de lesiones de caries oclusal con ambas modalidades encontrándose que sí hubo diferencia estadísticamente significativa en ambas técnicas ($p < 0,001$). Según el diagnóstico de lesiones de caries oclusal se obtuvieron un total de 76 (70.4%) superficies sanas en radiografías de placas de fósforo fotoestimulable oclusales y 53 (49.1%) en tomografía computarizada cone beam respectivamente. En las lesiones de caries oclusales R1 de molares y premolares diagnosticadas con radiografías de placas de fosforo fotostimulable y tomografía computarizada cone beam se encontró 0 (0%) lesiones detectables. De las superficies oclusales evaluadas para la detección de lesiones de caries R2, se encontró (0%) en placas de fósforo fotostimulable y 13 (12%) en tomografía computarizada cone beam. En lesiones cariosas tipo R3 oclusal se halló 21 (19.4%) y 28 (25.9%) y en las lesiones de caries tipo R4, se encontró 11 (10.2%) y 14 (13%) respectivamente.

Conclusiones: Se encontró escasa concordancia en los diagnósticos radiográficos con placas de fósforo fotoestimulable en lesiones de caries dental oclusal profunda comparada con la tomografía computarizada cone beam.

PALABRAS CLAVES: Caries dental; Tomografía computarizada de haz cónico

ABSTRACT

Objective: To compare occlusal caries lesions diagnosis using photostimulable phosphor plates (PSP) (bitewing technique) and cone-beam computed tomography (CBCT).

Materials and methods: 108 teeth (50 molars and 58 bicuspid) were evaluated with CBCT (I-cat pictures Sciences ®) and PSP (phosphor plates Dürr Dental System). These images were classified by two observers according to the occlusal caries type in R0, R1, R2, R3, R4. The discrepancy in the diagnosis was calculated using Chi-square test corrected by Yates. was cone-beam computed tomography used as the gold standard for further analysis.

Results: The concordance of occlusal caries lesions diagnosis with both modalities was noted where a statistically significant difference were found in both techniques ($p < 0.001$). According to the occlusal caries lesions diagnosis a total of 76 (70.4%) healthy occlusal surfaces were obtained with photostimulable phosphor plates and 53 (49.1%) using cone-beam computed tomography respectively. None R1 occlusal caries lesions on molars and bicuspid were diagnosed with photostimulable phosphor plates and cone-beam computed tomography zero (0%) detectable lesion were found. From occlusal assessed for R2 caries lesions detection, zero (0%) was found in photostimulable phosphor plates surfaces and 13 (12%) were diagnosed using cone-beam computed tomography. On R3 occlusal caries lesions were diagnosed in 21 (19.4%) and 28 (25.9%) cone-beam computed tomography (25.9%) for and photostimulable phosphor plates in 11 (10.2%) and 14 (13%) for R4 respectively.

Conclusions: We found little concordance on radiographic diagnoses with photostimulable phosphor plates in deep occlusal dental caries lesions compared to CBCT.

KEYWORDS: Dental Caries; Cone-Beam Computed Tomography

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Diagnóstico de lesiones cariosas oclusales usando tomografía computarizada de haz cónico in vitro.	26
Tabla 2. Diagnóstico de lesiones cariosas oclusales usando radiografías bitewing de placa de fósforo in vitro.	27
Tabla 3. Concordancia del diagnóstico de lesiones cariosas oclusales usando tomografía computarizada de haz cónico y radiografías bitewing de placa de fósforo in vitro.	28

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Foto de unidades de estudio.	19
Figura 2. Foto de técnica de ángulo bajo.	20
Figura 3. Foto de scanner Durr.	20
Figura 4. Foto tomógrafo cone beam Icat New generación.	21

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

TCCB	:	Tomografía computarizada de haz cónico
CCD	:	Couple Charge Device (Dispositivo de carga acoplada)
FOV	:	Field of View (campo de visión)
PSP	:	Placas de fósforo fotoestimulable
R0	:	Ausencia de caries
R1	:	Lesión de caries superficial de esmalte (mitad externa)
R2	:	Lesión de caries profunda de esmalte (mitad interna)
R3	:	Lesión de caries superficial de dentina.
R4	:	Lesión de caries profunda de dentina (sin compromiso pulpar)
R5	:	Lesión de caries profunda de dentina con compromiso pulpar
TC	:	Tomografía computarizada
UPCH-FAEST	:	Universidad Peruana Cayetano Heredia- Facultad de Estomatología

LISTA DE CONTENIDO

	Pág
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
II.1. Planteamiento del problema	3
II.2. Justificación	4
III. MARCO TEÓRICO	5
III.1. Caries Dental	5
III.2. Clasificación de caries	5
III.2.1. Clasificación de Pitts.	5
III.2.2. Clasificación radiográfica de Pitts, modificada por la Universidad Peruana Cayetano Heredia.	6
III.3. Diagnóstico radiográfico de la caries dental	6
III.4. Radiología digital	7
III.5. Ventajas de la radiología digital	8
III.6. Desventajas de la radiología digital	9
III.7. Métodos de sistemas digitales	9
III.7.1. Método Indirecto o radiografía digitalizada.	9
III.7.2. Método digital directo.	10
III.7.3. Método digital semidirecto.	10
III.8. Placas de almacenamiento de fósforo fotoestimulable	10
III.9. Obtención de la imagen	11
III.10. Tomografía computarizada de haz cónico	11
III.11. Antecedentes en la detección de caries dental por los sistemas de radiología digital y tomografía computarizada de haz cónico.	12
IV. OBJETIVOS	15
IV.1. Objetivo general	15
IV.2. Objetivos específicos	15
V. MATERIAL Y MÉTODOS	16
V.1. Diseño del estudio	16
V.2. Población y muestra	16
V.3. Criterios de selección	16

V.3.1. Criterios de inclusión	16
V.3.2. Criterios de exclusión	17
V.4. Variables	18
V.5. Técnicas y/o procedimientos	19
V.5.1. Validación de recojo de datos	21
V.5.2. Proceso de evaluación	22
V.6. Plan de análisis	22
V.7. Consideraciones éticas	23
VI. RESULTADOS	24
VII. DISCUSIÓN	29
VIII. CONCLUSIONES	33
IX. REFERENCIAS	34
ANEXOS	37

I. INTRODUCCION

Una de las enfermedades más prevalentes que afectan a casi el 96% de la población mundial es la caries dental. Durante mucho tiempo se ha estudiado el origen, prevalencia y tratamiento contra dicha enfermedad, existiendo aún dificultades en el diagnóstico clínico y radiográfico de las lesiones de caries dental.¹

En la actualidad existen varios métodos radiográficos para detectar caries dental siendo el más usado el de la radiografía convencional, pero existen otros medios auxiliares como la radiografía digital e incluso la tomografía computarizada de haz cónico.¹

La tomografía computarizada de haz cónico, en inglés, cone beam computed tomography (TCCB), fue desarrollada a finales de los años noventa con el fin de obtener imágenes tridimensionales del esqueleto maxilofacial con una dosis de radiación menor que la tomografía convencional, revolucionando la imagen del complejo craneofacial y ofreciendo una alternativa a la imagen convencional intraoral y panorámica, que evita la superposición y los problemas de distorsión de imágenes.²

Son pocos los estudios que evalúan estos sistemas de adquisición de imágenes digitales que ya son empleados de manera cada vez mas frecuente en nuestro país. Por lo que es necesario se realicen más estudios para que el odontólogo pueda conocer mas sobre estos sistemas y por ende poder diagnosticar con mayor exactitud

las lesiones de caries oclusal basándose en la evidencia científica y en la mejor opción diagnóstica.

El propósito del presente trabajo de investigación fue comparar las diferencias en el diagnóstico de lesiones de caries oclusal con radiografías bitewing o aleta de mordida de placas de fósforo fotoestimulable (PSP) y tomografía computarizada de haz cónico in vitro.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la caries dental es la enfermedad bucodental más frecuente en algunos países asiáticos y latinoamericanos indicando que es un problema de salud pública debido a su alta prevalencia e incidencia. Aunque existe la creencia de que esta enfermedad dejó de ser un problema de salud en países desarrollados, al menos ha mostrado una disminución en el contexto latinoamericano, afectando entre un 60 y 90% a sus escolares. La OMS en su publicación de Ginebra 2004 menciona que aproximadamente cinco mil millones de personas en el mundo han padecido caries dental por lo que es de vital importancia un diagnóstico adecuado y precoz para evitar así su propagación y compromiso con otras piezas dentarias vecinas.³⁻⁴⁻⁵

En nuestro país se ha reconocido a la caries dental como un problema prioritario de salud pública. Enfocándose en nuestra población escolar, los estudios reportan un promedio de seis piezas cariadas por persona, como consecuencia del origen multifactorial de esta enfermedad.

Entre los métodos estandarizados tenemos a la evaluación radiológica con radiografías periapicales y bitewing convencionales, pero mostrando estas algunas deficiencias como la superposición de imágenes, prolongado tiempo de revelado y contaminación del medio ambiente.⁶

Es así que el diagnóstico de caries dental de manera cotidiana nos llevó a la pregunta ¿Cuáles son las diferencias del diagnóstico de lesiones de caries dental oclusal utilizando la técnica radiográfica bitewing digital (sistema de placas de fósforo) y la tomografía computarizada de haz cónico in vitro?

II.2. Justificación

Este estudio fue de gran importancia teórica y diagnóstica teniendo en cuenta que actualmente no existen muchos estudios en nuestro país donde se utilice la tomografía computarizada de haz cónico y radiografías bitewing especialmente para diagnóstico de caries oclusal con placas de fósforo fotoestimulable como sistemas alternativos en el diagnóstico de caries dental.

También proporcionó un nuevo conocimiento para muchos odontólogos, considerando que la mayoría están familiarizados con los hallazgos normales y patológicos que se observan en las radiografías periapicales, de aleta de mordida u ortopantomografías convencionales, pero con la tecnología de la TCCB y radiografías bitewing con PSP se pudo analizar con mayor precisión las estructuras dentarias cuya imagen radiográfica normal y patológica no es de rutina para muchos odontólogos.

Ambas técnicas imaginológicas que se presentaron en esta investigación permitieron diagnosticar con precisión las lesiones de caries oclusales, sin embargo, la TCCB demostró ser mas precisa, ya que produce menor distorsión y superposición de imágenes que las radiografías de PSP pudiendo así diagnosticar mejor la presencia, ausencia y profundidad de las lesiones de caries oclusal.

III. MARCO TEÓRICO

III.1. Caries dental

La caries dental es un proceso patológico complejo de origen infectocontagioso que afecta a los tejidos dentarios y se caracteriza por un desequilibrio bioquímico que conduce a cavitaciones y alteraciones en el complejo dentino-pulpar.⁷

III.2. Clasificación de caries

II.2.1. Clasificación de PITTS

Esta clasificación incluía criterios diagnósticos según la imagen de la radiografía de aleta de mordida o bitewing. Pitts, en su artículo original propone 10 códigos; sin embargo, para fines investigativos y académicos se emplean solo los cinco primeros.⁸

R0: Superficie sana.

R1: Lesión cariosa radiográfica pequeña, confinada a la mitad externa del esmalte.

R2: Lesión cariosa radiográfica, confinada a la mitad interna del esmalte.

R3: Lesión cariosa radiográfica que se extiende hasta la mitad externa de la dentina.

R4: Lesión cariosa radiográfica que se extiende hasta la mitad interna de la dentina.

R5: Superposición de esmalte sin lesión en dentina.

R6: Lesión de caries recidivante.

R7: Superficie obturada.

R8: Superficie excluida.

R9: Lesión de caries parcialmente superpuestas.

R10: Superficie sana parcialmente superpuesta.

III.2.2. Clasificación radiográfica de PITTTS, modificada por la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia⁹

R1: Lesión de esmalte superficial (mitad externa).

R2: Lesión de esmalte profunda (mitad interna).

R3: Lesión de dentina superficial.

R4: Lesión de dentina profunda sin compromiso pulpar.

R5: Lesión de dentina profunda con compromiso pulpar.

Sin embargo para fines de investigación y académicos se utiliza un ítem más el R0 que es la ausencia de la enfermedad.

III.3. Diagnóstico radiográfico de la caries dental

La imagen radiográfica se forma por la diferente capacidad de absorción que tienen los distintos tejidos lo cual es debido a su densidad, número atómico y grosor de las estructuras anatómicas de interés lo cual conocemos como atenuación.¹⁰

Los estudios radiográficos permiten detectar lesiones cariosas debido a que este proceso produce una desmineralización del diente siendo la lesión cariosa más oscura en la zona con caries debido a que los rayos X la atraviesan con facilidad y puede así ser detectada en las radiografías.¹¹

El examen radiográfico está indicado en aquellos casos en que sea difícil determinar si la dentina está involucrada o no, es un método válido para el diagnóstico de caries oclusales sin cavitación, pero con afectación dentinaria.¹²

III.4. Radiología digital

La radiología digital puede ser considerada un gran adelanto en nuestro campo. La imagenología es un conjunto de técnicas por imágenes que utiliza una variedad de aparatología y cuyo fin es la obtención de una información anatómica, funcional y fisiológica de nuestro paciente. Desde su aparición en 1895, la radiología ha experimentado un gran y vertiginoso desarrollo de la mano de los avances en computación. Esto ha permitido la llegada de la radiología digital: la conversión de una imagen análoga a una digital.¹³

Actualmente se cuenta con innovadores sistemas que se valen de técnicas digitales para obtener imágenes en las que se puede variar el brillo, contraste, tamaño, etc. en oposición con la radiología convencional que desarrolla películas radiográficas. Una imagen es digital cuando está compuesta por varios elementos distintos o separados (picture element o pixel). A cada pixel solo se le puede conceder un valor numérico limitado de colores, o de tonos de grises en una imagen radiográfica. El número de matices de grises depende del número de bits y sólo puede tomar dos valores (0 o 1, negro o blanco). El tamaño del pixel va a determinar la resolución de la imagen, la cual va a ser directamente proporcional a este. Teniendo en cuenta que el ojo humano puede percibir a lo mucho cuarenta tonos de gris y las películas radiográficas en la actualidad mayormente van a ser observadas en un monitor de computadora este

deberá tener una resolución que como mínimo sea igual a 1280×1024 (1.3 megapixels).⁹

III.5. Ventajas de la radiología digital

- Permite el análisis de la imagen radiológica en segundos, a diferencia de la radiografía convencional, en la cual la visualización es posible solo después de varios minutos; este hecho disminuye el tiempo de aplicación clínica de este procedimiento en el consultorio dental o en radiología clínica.^{10,13,14}
- Otra gran ventaja es la aparición de la teleradiología o radiología a distancia, que ha permitido llevar imágenes obtenidas en un lugar, por ejemplo sin radiólogo, y recibirlas con la misma calidad con la que fue obtenida y así poder mejorar la salud en lugares remotos.^{10,13,14}
- Eliminar la utilización de líquidos reveladores y cuarto oscuro reduciendo así la contaminación ambiental y el espacio físico requerido.^{10,13,14}
- Permite realizar almacenamiento de imágenes en disco compacto o memorias usb, evitando así la degradación de las imágenes que sufren las placas radiográficas convencionales con en el paso del tiempo.^{10,13,14}
- La manipulación de la imagen a través de herramientas de visualización que permiten mejorar su calidad.^{10,13,14}
- Probablemente una de las ventajas más significativas de la radiografía digital es reducir hasta en un 70% la dosis de radiación a la que se somete el paciente.^{10, 13,14}

III.6. Desventajas de la radiología digital

- El malestar del paciente, debido a que estos dispositivos digitales como los dispositivos de carga acoplada son rígidos y de un grosor mayor que las placas radiográficas convencionales.^{13, 14}
- Daños en el receptor, que pueden producirse por mordeduras accidentales o contacto de estos con la saliva del paciente.^{13,14}
- Degradación del equipo, ya que estos sistemas digitales están diseñados para soportar una cantidad específica de incidencia de rayos X luego del cual las imágenes obtenidas se visualizan deterioradas o de baja calidad.^{13,14}
- Contaminación cruzada, debido a que estos sensores son reusables y por esto no debe romperse la barrera de protección o usarlos sin ella.^{13,14}

III.7. Métodos de sistemas digitales

Estos sistemas digitales emplean tres métodos diferentes:

III.7.1. Método indirecto o radiografía digitalizada

Que está disponible desde finales de los años 70; convierte las imágenes de una película radiográfica convencional al formato digital con la ayuda de video cámaras, cámaras fotográficas digitales, escáneres u otros tipos de lectoras de imágenes.⁹

III.7.2. Método digital directo

Prescinde de películas y en su lugar emplea un receptor electrónico que capta la energía de los rayos X y los convierte en señales electrónicas que transmite directamente a un computador u ordenador ya sea a través de un cable o de modo inalámbrico. Dicho sensor puede ser de dos tipos: el llamado CCD (charge coupled device=aditamento de carga acoplada) o el conocido como CMOS (complementary metalic oxide semiconductor=semiconductor complementario de oxido metálico). Los que difieren únicamente en la micro arquitectura del chip.⁹

III.7.3. Método digital semidirecto

Sustituye la película por una placa cubierta por cristales de fósforo que almacenan la energía proveniente de los fotones de rayos X durante un lapso de tiempo; dicha placa comúnmente es llamada PSP (photostimulable phosphor=fósforo fotoestimulable), aunque a veces también se le designa como placa fosfórica para almacenamiento. Este tipo de sistema requiere de un equipo adicional (escáner) que permite convertir la energía captada por el sensor en imágenes digitales y así transferirlas a un computador.⁹

III.8. Placas de almacenamiento de fósforo fotoestimulable

Las placas de PSP están compuestas por una base de poliéster flexible recubierta con una emulsión cristalina de compuesto de fluoro haluro de bario activado por europio.

III.9. Obtención de la imagen

Debido a que la imagen latente es de carácter fotoestimulable al estar en contacto con un rayo láser muy fino, normalmente rayo infrarojo, este emite la energía absorbida para que sea captada y procesada por una computadora convirtiendo la imagen latente en imagen real.¹⁶

III.10. Tomografía computarizada de haz cónico

La tomografía computarizada era en el momento de su introducción clínica en 1971 una modalidad de rayos X que permitía obtener únicamente imágenes axiales del cerebro de interés en neurorradiología. Si bien la máquina adquiría las imágenes en cinco minutos, el procesamiento era muy lento: un operario llevaba en una cinta los datos del escáner desde el Atkinson Morley's Hospital hasta los laboratorios de EMI (Electro Musical Industries) y, allí, un ordenador ICL 1905 trabajaba toda la noche preparando las imágenes¹⁷

La TCCB fue desarrollada para el uso dental en 1998 por el italiano Mozzo de la Universidad de Verona, presentando los preliminares de un nuevo equipo de tomografía computarizada para imágenes odontológicas el cual se basaba en la técnica de haz en forma de cono (cone-beam technique), bautizado como New Tom-900, el cual mostraba una alta precisión en las imágenes así como una dosis de radiación equivalente a 1/6 de la emitida por el tomógrafo médico convencional.¹⁸

El campo de visión puede ser pequeño (solo un diente o un determinado sector), medio (ambos maxilares, incluyendo la articulación temporomandibular) o grande (incluye la cabeza completa).¹⁹

El FOV más pequeño se utiliza para evaluar los dientes de manera individual; como son el caso de piezas dentarias retenidas, alteraciones morfológicas de los dientes.¹⁹

EL FOV mediano incluye la mandíbula, maxilar o ambos y la ATM, se utiliza cuando es necesario obtener información adicional acerca de las relaciones interoclusales, asimetría facial, ATM o para la planificación de implantes.¹⁹

El FOV más grande incluye toda la cabeza y ayuda al odontólogo a visualizar las relaciones entre la base craneal y los dientes, así como anomalías en pacientes que requieren cirugía ortognática o aquellos que tengan anomalías craneofaciales o patologías que comprometan la base craneal.¹⁹

Debido a los avances tecnológicos la TCCB ha sido diseñada para producir imágenes de alta resolución y contraste y además información tridimensional para aplicaciones dentales, teniendo ventajas en la detección de los signos clínicos, la precisión diagnóstica, reducción en el tiempo de exploración y dosis de radiación en comparación de la tomografía computarizada de uso médico.²⁰

III.11. Antecedentes en la detección de caries dental por los sistemas de radiología digital y tomografía computarizada

La TCCB y las radiografías bitewing digitales son frecuentemente usadas como suplemento en el diagnóstico de caries dental, porque estos sistemas digitales

presentan herramientas para manipular el contraste, aumentar o disminuir el tamaño y mejorar la calidad de la imagen radiográfica. Pero las limitaciones inherentes de las radiografías convencionales están principalmente debido a la representación 2D de la lesión.²⁰

En el año 2011, Kamburoglu *et al.*²¹ realizaron una investigación para evaluar la profundidad de las lesiones de caries oclusal usando películas convencionales, CCD, TCCB, microtomografía y análisis histológico encontrando que los hallazgos obtenidos con el análisis histológico, microtomografía y TCCB fueron mas exactos en el diagnóstico que los hallados con las placas radiográficas convencionales.²¹

En otro estudio realizado por Kayipmaz *et al.*²² (2011), compararon la radiografía convencional, PSP y la TCCB en la detección de caries oclusales y proximales in vitro para lo cual se seleccionaron 72 piezas dentarias de humanos (45 premolares y 27 molares) concluyendo que la TCCB fue estadísticamente superior a la radiografía convencional y la placa de fósforo en el diagnóstico de lesiones de caries oclusales.²²

Seok *et al.*²³ en el año 2011 realizaron una búsqueda en Pubmed del año 1965 al 2011 para revisar el estado actual de la detección de caries dental mediante TCCB y otros métodos de diagnóstico encontrando que los sistemas de TCCB son prometedores en la detección de lesiones cariosas, sin embargo, no debe de utilizarse en la detección primaria de caries.²³

En otro trabajo de investigación realizado por Tarim *et al.*²⁴ (2014), utilizaron 125 dientes extraídos de humanos los cuales fueron radiografiados utilizando radiografías convencionales (F-Speed), sistemas de imagen digital directo (complementary metal oxide semiconductor sensor) y sistemas de imagen digital indirecto (placas de fósforo fotoestimulable) y TCCB, encontrando que dentro de las ventajas de la TCCB esta mostró ventaja en la detección de caries profundas o de dentina oclusales que los otros sistemas digitales o convencionales.²⁴

Shaihidi *et al.*²⁵ (2015) realizaron un estudio *in vitro* para lo cual utilizaron 80 piezas dentarias de humanos entre molares y premolares encontrando que el sistema de tomografía de haz cónico Newton fue significativamente más preciso en la detección lesiones de caries oclusal que las PSP.²⁵

En otro estudio comparativo realizado por Krzyostaniak *et al.*²⁶ (2015), para determinar la exactitud en el diagnóstico de lesiones de caries proximal y oclusal no cavitadas utilizando TCCB y compararlas con otros sistemas diagnósticos como radiografías convencionales (Kodak Insight), placas de almacenamiento de fósforo (Digora Optime Soredex), encontrando que la tomografía de haz cónico con un campo de visión de 9” fue estadísticamente inferior en el diagnóstico de lesiones de caries superficiales en comparación con la película convencional y el sistema digital de PSP.²⁶

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general.

Comparar el diagnóstico de lesiones de caries dental oclusal utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (sistema de placas de fósforo) y tomografía computarizada de haz cónico (cone beam) in vitro.

IV.2. Objetivos específicos.

1. Determinar el diagnóstico de lesiones de caries dental oclusal utilizando la tomografía computarizada de haz cónico in vitro.
2. Determinar el diagnóstico de lesiones de caries dental oclusal utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (sistema de placas de fósforo) in vitro.
3. Determinar la concordancia en el diagnóstico de lesiones de caries dental oclusal utilizando la técnica radiográfica de aleta de mordida digital (sistema de placas de fósforo) y tomografía computarizada de haz cónico (cone beam) in vitro.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1. Diseño del estudio

Transversal y analítico para evaluar pruebas diagnósticas de caries dental in vitro.

V.2. Población y muestra

Para el presente estudio la población fue la misma que la muestra (la que originalmente estuvo constituida por 112 dientes perdiéndose 4 por manipulación quedando así 108 piezas dentarias 50 molares y 58 premolares) siguiendo los estándares de estudios previos similares a la presente investigación. Las piezas dentarias se dispusieron en 14 unidades de estudio de 8 piezas cada una. Estas piezas dentarias fueron proporcionadas por el Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Anexo 1).

V.3. Criterios de selección

V.3.1. Criterios de inclusión

- 108 premolares y molares proporcionados por el banco de dientes del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

V.3.2. Criterios de exclusión

- Premolares y molares que cuenten con destrucción dentaria provocada por trauma.
- Premolares y molares que cuenten con algún tipo de tratamiento restaurador.
- Premolares y molares que cuenten con algún tipo de tratamiento de rehabilitación.
- Premolares y molares que cuenten con algún tipo de tratamiento de conductos.
- Premolares y molares con anomalías dentarias.

V.4. VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO	ESCALA	VALORES
Técnicas diagnóstico de	Conjunto de procedimientos para poder detectar una condición de salud o enfermedad.	<p>Para el presente estudio, se tomarán en cuenta dos técnicas diagnósticas.</p> <p>Tomografía computarizada de haz cónico (cone beam) TCCB: Técnica que permite obtener imágenes en 3D, en un solo barrido, de volumen limitado.</p> <p>Radiografías bitewing digital: Llamado también aleta de mordida o bitewing sirve para detectar Caries dental a nivel oclusal.</p>	Registro de la técnica utilizada.	Cualitativa Nominal	Dicotómica	<p>1:Tomografía computarizada de haz cónico (cone beam) TCCB</p> <p>2:Radiografías bitewing digital con placas de fósforo foto estimulable.</p>
Diagnóstico caries dental de	Conjunto de procedimientos por el cual se identifica la desmineralización de la estructura dentaria provocada por caries dental.	<p>Se registrarán según los criterios diagnósticos de la UPCH-FAEST.</p> <p>R1: Caries dental a inicios del esmalte.</p> <p>R2: Caries dental a nivel profundo del esmalte.</p> <p>R3: Caries dental en dentina.</p> <p>R4: Caries dental amplia y profunda sin compromiso pulpar.</p>	Diagnóstico de caries dental propuesto por la UPCH-FAEST (R0, R1, R2, R3, R4).	Cualitativa Ordinal	Politómica	<p>1: R0</p> <p>2: R1</p> <p>3: R2</p> <p>4: R3</p> <p>5: R4</p>
Diente	Tipo de diente según características morfológicas.	Se indicará según tipo de diente en premolar y molar.	Registro de la pieza dentaria utilizada.	Cualitativa Nominal	Dicotómica	<p>1: Premolar</p> <p>2: Molar</p>

V.5. Técnicas y/o procedimientos

Antes de empezar con el trabajo de investigación se necesitó la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia con número de constancia 321-15-15 y código de inscripción al SIDISI 64226 (Anexo 2), seguido se solicitó las autorizaciones respectivas al Jefe del Servicio del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para que este Servicio proporcione los especímenes de su banco de dientes donados por pacientes (Anexo 1 y se elaboro una ficha de recolección de datos donde se tomó en cuenta la pieza dentaria , código y técnica diagnóstica (Anexo 3).

Se elaboraron unidades de estudio, para ello, se tomó un número de dientes humanos sanos y con lesiones cariosas oclusales; la cantidad de dientes utilizados fue similar a estudios previos a la presente investigación (108 dientes dispuestos en 14 unidades de estudio de 8 piezas cada uno), estos fueron proporcionados por el banco de dientes del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.



Figura 1. Unidades de estudio

Estos especímenes fueron colocados en una placa de acrílico compuesto por 2 filas de 4 premolares y molares de forma aleatoria donde la porción coronaria estuvo 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 coincidieron y porque debido a que al tener un contacto proximal podría originar 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 han calculado en función de los promedios de mediciones de premolares. Para la toma radiográfica se utilizó una técnica de ángulo bajo para simular la angulación habitual utilizada en las radiografías bitewing.



Figura 2. Técnica de ángulo bajo

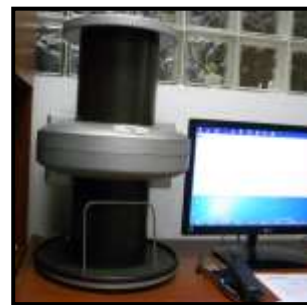


Figura 3. Scanner Durr

Para la adquisición tomográfica se utilizó una plataforma prediseñada de 12 x 12 cm, seguido se realizó la adquisición de la imagen (parámetros: resolución de 0.125 mm de voxel size y el field of view de 8 x 6cm), una vez adquirida la imagen se transfirió al software de manipulación (i-CAT Visión®).



Figura 4. Tomógrafo i-cat

En este trabajo se utilizó una ficha de registro (anexo 3) elaborada especialmente para este estudio.

V.5.1. Validación de recojo de datos

Para la validación del recojo de datos se necesitó una calibración de los evaluadores en las diferentes técnicas de diagnóstico, cada uno de ellos con una experiencia mayor a 10 años en el área. Para el diagnóstico en radiología maxilofacial se contó con dos especialistas para las técnicas TCCB y radiografías oclusales con PSP. Se tomó la decisión de tener dos evaluadores para disminuir la variación individual, aumentar la fiabilidad y mantener la repetitividad garantizando la confiabilidad y validez.²³

Debe tenerse en cuenta que los examinadores son gold standar en sus especialidades, por lo que se realizó una calibración interexaminador con 10 especímenes. En el ejercicio de calibración se obtuvo un kappa mayor a 0.80 (Anexos 4 y 5).

V.5.2. Proceso de evaluación

Luego de estar los dos examinadores calibrados, se procedió a la evaluación de las unidades de estudio teniendo en cuenta la pérdida de cuatro especímenes por daño y pérdida durante el procesamiento. Primero fue evaluada la TCCB y luego las radiografías de aleta de mordida con PSP.

TCCB: Primero se colocó la unidad de estudio en una plataforma prediseñada (12 x 12 cm) en el tomógrafo, seguido se realizó la adquisición de la imagen (parámetros: resolución de 0.125 mm de voxel size y el field of view de 8 x 6cm. De ahí se transfirió al software de manipulación (i-CAT Visión®). El equipo usado fue un tomógrafo I-CAT de Imágenes Sciences®. Finalmente, se registró el código de caries dental.

Radiografía de aleta de mordida digital con PSP: Para esta técnica se usó el sistema de placa de fósforo (PSP) N° 2 con un equipo Trophy con una programación de 65 Kv, 8 ma y 0.2” y un equipo DURR® para el escaneo y transferencia de la imagen a la computadora. Finalmente se registró el código de caries dental.

V.6. Plan de análisis

Para el presente estudio se construyó una base de datos según la ficha de registro en excel y su análisis se realizó con el programa estadístico SPSS versión 20.

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

Bivariado: Prueba de Chi-Cuadrado corregido por Yates para la evaluación de las diferencias de diagnósticos de caries dental según técnica imagenológica y la concordancia de los diagnósticos mediante el coeficiente Kappa.

V.7. Consideraciones éticas

La presente investigación se realizó con la aprobación del Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (anexo 2). El presente estudio fue un estudio in vitro 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.

Es importante indicar que los especímenes pertenecen al banco de dientes del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial los cuales fueron obtenidos por donación de los pacientes cuando fueron sometidos a procedimientos quirúrgicos de exodoncia, es decir, estos dientes no han sido solicitados para pasadas investigaciones. Cuando los pacientes donan estos especímenes es de forma anónima por lo que no hay forma de identificación (Anexo 1).

VI. Resultados

De las 112 piezas se tomaron en cuenta un total de 108 piezas de las cuales 50 fueron molares y 58 premolares por daños y pérdidas durante el procesamiento.

Según el diagnóstico de lesiones cariosas oclusales se obtuvieron un total de 76 (70.4%) superficies sanas en radiografías de placas de PSP oclusales y 53 (49.1%) en TCCB respectivamente (Tablas 1 y 2).

En las lesiones de caries oclusales R1 de molares y premolares diagnosticadas con radiografías de PSP y TCCB se encontró 0 (0%) lesiones detectables (Tablas № 1 y 2).

De las superficies oclusales evaluadas para la detección de lesiones de caries oclusales R2 en premolares y molares se encontró (0%) en PSP y 13 (12%) en TCCB (Tablas 1 y 2).

En los datos obtenidos en radiografías de PSP y TCCB en la evaluación de lesiones cariosas tipo R3 oclusal se halló 21 (19.4%) y 28 (25.9%) respectivamente (Tablas 1 y 2).

De las superficies oclusales evaluadas en la detección de lesiones de caries oclusales tipo R4 usando PSP y TCCB se encontró 11 (10.2%) y 14 (13%) respectivamente (Tablas 1 y 2).

La concordancia del diagnóstico de lesiones de caries oclusales usando ambas modalidades fue evaluada por dos examinadores y se observó que si hubo diferencia

estadísticamente significativa en ambas técnicas ($p < 0,001$) encontrando el mayor valor de concordancia con 51 (96.2%) en lesiones de caries oclusal tipo R0 y el mayor valor de no concordancia en lesiones de caries oclusal tipo R3 15 (53.6%) (Tabla 3).

Tabla 1. Diagnóstico de lesiones cariosas oclusales usando tomografía computarizada de haz cónico in vitro.

DIENTE	Diagnóstico de lesiones de caries oclusal con TCCB									
	R0		R1		R2		R3		R4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Premolar	37	63.8	0	0.0	7	12.1	6	10.3	8	13.8
Molar	16	32.0	0	0.0	6	12.0	22	44.0	6	12.0
TOTAL	53	49.1	0	0.0	13	12.0	28	25.9	14	13.0

R0: Sano.

R1: Caries dental en mitad externa 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.

TCCB: Tomografía computarizada de haz cónico.

*: Se evaluaron 108 dientes (50 molares y 58 premolares), 108 superficies oclusales.

Tabla 2. Diagnóstico de lesiones cariosas oclusales usando radiografías bitewing de placa de fósforo in vitro.

DIENTE	Diagnóstico de lesiones de caries oclusal con PSP									
	R0		R1		R2		R3		R4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Premolar	44	75.9	0	0.0	0	0.0	10	17.2	4	6.9
Molar	32	64.0	0	0.0	0	0.0	11	22.0	7	14.0
TOTAL	76	70.4	0	0.0	0	0.0	21	19.4	11	10.2

R0: Sano.

R1: Caries dental en mitad externa 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), 108 superficies oclusales.

Tabla 3. Concordancia del diagnóstico de lesiones cariosas oclusales usando tomografía computarizada de haz cónico y radiografías bitewing de placa de fósforo in vitro

Lesiones de caries

Diente	R0		R1		R2		R3		R4		Kappa											
	No concordancia		Concordancia		No concordancia		Concordancia		No concordancia		Concordancia											
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Valor	p								
Premolar	2	5.4	35	94.6	0	0.0	0	0.0	7	100.0	0	0.0	3	50.0	3	50.0	5	62.5	3	37.5	0.50	<0.01
Molar	0	0.0	16	100.0	0	0.0	0	0.0	6	100.0	0	0.0	12	54.5	10	45.5	1	16.7	5	83.3	0.52	<0.01
TOTAL	2	3.8	51	96.2	0	0.0	0	0.0	13	100.0	0	0.0	15	53.6	13	46.4	6	42.9	8	57.1	0.53	<0.01

R0: Sano.

R1: Caries dental en mitad externa 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.

TCCB: Tomografía computarizada de haz cónico.

Kappa: Prueba de concordancia de Kappa.

p: Nivel de significancia estadística.

VII. DISCUSIÓN

El diagnóstico de caries oclusal es un tema muy importante para el clínico donde las fisuras oclusales son los sitios más susceptibles para las lesiones cariosas primarias que requieren tratamiento restaurativo. Principalmente se utilizan radiografías intraorales con la técnica de aleta de mordida, las que se pueden obtener tanto con el uso de películas convencionales como por medio de los sistemas radiográficos digitales. Sin embargo, el valor de las radiografías de aleta de mordida en el diagnóstico de caries oclusales ha sido objeto de controversia especialmente cuando se trata de lesiones de caries dental incipiente y superficial. La detección radiográfica de caries oclusales es limitada debido a la superposición de capas de esmalte en las cúspides y fisuras.²⁴

Kamburoglu *et al.*²¹ evaluaron la detección de lesiones de caries oclusales así como la precisión en las medidas en profundidad usando cinco diferentes modalidades imagenológicas en la adquisición de imágenes. El estudio comprendió 21 molares mandibulares humanos con lesiones de caries oclusal. Las imágenes fueron adquiridas utilizando películas convencionales, CCD, dos diferentes tomógrafos computarizados de haz cónico (TCCB) y un micro-CT. Cada conjunto de imágenes fue vista por separado por tres radiólogos orales; las imágenes fueron observadas al azar y cada conjunto fue visualizado dos veces. Se encontró que la precisión en la detección y medición de la profundidad de caries es mayor en los sistemas de TCCB, micro TC e histológico que en los sistemas intraorales. Estos resultados son similares a los del presente estudio debido posiblemente al tamaño reducido del voxel utilizado la alta resolución y las características isotrópicas de estos.

Se han realizado diversos estudios comparativos de diferentes técnicas diagnósticas que fueron comparadas con la TCCB como el estudio de Kayipmaz *et al.*²² en el que compararon dos métodos radiográficos intraorales con placas radiográficas convencionales y PSP. Las imágenes obtenidas fueron analizadas por dos observadores, encontrándose que el sistema TCCB fue estadísticamente superior a la radiografía convencional y a las PSP en el diagnóstico de lesiones de caries oclusal siendo estos resultados similares a los hallados en el presente estudio.

Al respecto Seok *et al.*²³ realizaron una revisión de la literatura evaluando el estado actual en el diagnóstico de lesiones de caries dental mediante la tomografía de haz cónico, encontrando que no se debe de emplear como primera elección en el diagnóstico de lesiones de caries oclusales. Sin embargo, las evidencias siguen siendo insuficientes sugiriendo realizar más estudios con metodología más estandarizada. Es por ello que nuestro estudio fue realizado *in vitro*, bajo condiciones controladas y de proyección ortográfica, sin contacto proximal, sin corte de cono, sin proyección de tejidos blandos ni restauraciones que podrían afectar la calidad de la imagen.

Otros estudios utilizaron como gold standard la evaluación histológica. Tarim *et al.*²⁴ evaluaron 125 dientes de humanos mediante películas convencionales (de velocidad F), un sistema de imagen digital directa (CCD), una imagen digital indirecta sistema PSP y un sistema TCCB. El diagnóstico definitivo se determinó mediante la evaluación histológica encontrando que el sistema TCCB mostró mayor sensibilidad y precisión en la detección de lesiones de caries oclusales profundas que los otros sistemas radiográficos. En nuestro estudio la TCCB detectó 12% de R4 y 44% de R3

para molares, en premolares se tuvo un 13.8% de R4 y 10.3% de R3, es decir, también encontramos que la TCCB es ideal para el diagnóstico de caries oclusales profundas.

Por otra parte Shaihidi *et al.*²⁵ realizaron un estudio descriptivo y comparativo, donde se utilizaron 80 premolares permanentes humanos no restaurados, ni con lesiones de caries; a los cuales se les hizo una cavidad con una fresa redonda para simular una lesión de caries secundaria la cual fue rellenada con cera rosada y luego con amalgama, para posteriormente ser radiografiados con PSP y TCCB. En este estudio se concluyó que TCCB fue significativamente más precisa que la PSP. A pesar de que este estudio se llevó a cabo en lesiones de caries recidivantes, sus resultados coinciden con nuestros hallazgos en la detección de lesiones de caries, demostrando una vez más la alta sensibilidad del TCCB en la detección de lesiones de caries profundas.

Así mismo Krzyżostaniak *et al.*²⁶ evaluaron 135 piezas dentales de humanos, 67 premolares y 68 molares con radiografías convencionales, radiografías digitales y TCCB; encontrando que la precisión diagnóstica de los tres sistemas radiográficos es baja y que es necesario el uso de otros métodos para mejorar la detección de caries temprana. Resultados similares fueron obtenidos en la presente investigación debido a la alta sensibilidad y baja especificidad de estas técnicas diagnósticas, lo que hace que el uso del TCCB sea más preciso en la detección de caries oclusales de dentina o cavitadas y menos preciso en la detección de lesiones de caries incipientes.

Como limitaciones de este estudio podríamos mencionar la deficiencia de la tomografía volumétrica para detectar lesiones de caries incipiente así como no

poder saber si la lesión esta activa o no lo que nos permitiría aplicar tratamientos no invasivos.

Por lo tanto servirá como antecedente para otras investigaciones en nuestro país y a la vez permitirá que el odontólogo se familiarice más con el uso de esta tecnología y pueda hacer un diagnóstico más preciso.

Por lo que se recomienda que:

- Se debe tener en cuenta el número de observadores así como también las condiciones estandarizadas y el tiempo que usa cada observador al evaluar la muestra y el intervalo entre ellas para evitar la fatiga visual y el sesgo.
- Se sugiere el uso de algún material que reemplace el tejido blando en los especímenes de estudio como es el caso del acrílico para así poder replicar con mayor exactitud lo que serían las condiciones reales en un estudio in vivo aumentando así la fiabilidad y extrapolación del estudio.
- El gold standar histológico es muy importante para poder corroborar los datos obtenidos en ambas técnicas imagenológicas usadas en esta investigación.
- Se evalúe con otros medios diagnósticos frente a la tomografía de haz cónico como radiografías convencionales, dispositivo de carga acoplada, transiluminación, fluorescencia, etc. que nos permitan diagnosticar lesiones de caries oclusales incipientes.

VIII. CONCLUSIONES

1. Existió un mayor número de superficies oclusales (R0) diagnosticadas con la tomografía de haz cónico que otro tipo de lesión de caries.
2. Se diagnosticó un mayor número de superficies oclusales sanas (R0) usando la técnica de aleta de mordida con placas de fósforo fotoestimulable
3. Se encontró un porcentaje mayor de no concordancia en el diagnóstico radiográfico de lesiones de caries dental oclusal en lesiones de caries R2, R3 y R4 que en lesiones de caries R0 y demostrando la mayor capacidad de la tomografía de haz cónico para detectar lesiones de caries oclusales no incipientes.

IX. REFERENCIAS

1. Lopez P, León R, Beltran J. Estudio in vitro comparativo del diagnóstico radiológico de lesiones de caries dental proximal utilizando las técnicas convencional y digital directa. Rev Estomatol Herediana. 2016 Abr-Jun; 26(2):63-9.
2. Lenguas A, Ortega R, Samara G, López M. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. Rev Cient Dent 2010;(7); 2:147-159.
3. Torres H. Estudio epidemiológico sobre caries dental y necesidades de tratamiento en escolares de 3 a 5 años de edad de Huacho, Perú.). [Citado 28 de setiembre del 2017]. Disponible en:<http://www.inppares.org/revistasss/Revista%20IX%202010/12Caries%20Dental.htm>
4. Chumpitaz R, Ghezzi L. Prevalencia e incidencia de caries a partir de vigilancia epidemiológica realizada a escolares en Chiclayo, Perú. Rev KIRU. 2013; 10(2):107-15
5. Ministerio de Salud. Prevalencia nacional de caries dental, fluorosis del esmalte y urgencia de tratamiento en escolares de 6 a 8, 10, 12 y 15 años, Perú. 2001-2002. Lima: Oficina General de Epidemiología - MINSa; 2005.
6. Quirós O., Quirós J. Radiología digital ventajas, desventajas, implicaciones éticas- Revisión de la literatura. Rev Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria. Edición electrónica agosto 2005.[Citado 29 de setiembre del 2017].Disponible en: www.ortodoncia.ws.
7. Núñez D, García L. Bioquímica de la caries dental. Rev Habanera de Ciencias Médicas. 2010; 9(2) 156-166.
8. Pitts N. Systems for grading approximal carious lesions and overlaps diagnosed from bitewing radiographs. Community Dent Oral Epidemiol. 1984; 12:114-22.
9. Calderón V & Henostroza H. La radiología en el diagnóstico de caries dental. En: Henostroza G, editor. Caries dental principios y procedimientos para el diagnóstico.1ªed.Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2007. P. 127-43.
10. Rubio E, Cueto M, Suárez R & Frieyro J. Técnicas de diagnóstico de la caries dental. Descripción, indicaciones y valoración de su rendimiento. Bol Pediatr. 2006;46:23-31.

11. Goaz P, White S. Radiología oral Principios e Interpretación. 3ªed. España. Mosby/doyma libros.2011.
12. Cueto V. Diagnóstico y tratamiento de lesiones cariosas incipientes en caras oclusales. Rev Odontoestomatología. 2009; 11 (13):4-15. [Citado 29 de setiembre del 2017]. Disponible en:
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392009000200002
13. Figueroa M. Nuevas técnicas en Imagenología oral y maxilofacial y sus Indicaciones en niños. Rev soc ch odontopediatría. 2009;24(2):5-11.
14. Ovando P. Variabilidad en el diagnostico de caries proximales con radiología convencional e imagen radiológica digitalizada estandarizada [Tesis]. [Santiago de Chile]. Universidad de Chile;2006.
15. Diwakar N, Kamakshi S. Recent advancements in dental digital radiography. *Journal of Medicine, Radiology, Pathology and Surgery*. 2015; 1: 11–16
16. Hernando I & Torres R. Características, ventajas y limitaciones de los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas [Monografía en Internet]. Madrid. informática y salud; 2005.[Actualizado 21 de febrero del 2005; citado 5 de setiembre del 2016]. Disponible en:
http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_45.pdf .
17. Ortega M, Hrescak, Socolsky G. Godfrey New bold Hounsfield: Historia e impacto de la tomografía computada. RAR.2012; 76 (4).331-41.
18. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis I. A new volumetric C T machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. Eur Radiol, 1998; 8:1558-64.
19. Roque G, Meneses A, Bóscolo F, De Almeida S, Haiter F. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. Rev Estomatol Herediana. 2015;25(1).61-78.
20. Oviedo P, Hernandez J. Tomografía computarizada cone beam en endodoncia. Rev Estomatol Herediana. 2012; 22(1):59-64.
21. Kamburoglu, Hakan K, Eray K, Benji Ö & Hakan H. Occlusal caries depth measurements obtained by five different imaging modalities. J Digit Imaging 2011;24(5):804–813.
22. Kayipmaz S, Said Ö, Tugra S & Can G. An in vitro comparison of diagnostic abilities of conventional, storage phosphor, and cone beam computed tomography to determine occlusal and approximal caries. J Radiology Eur.2011;80(2):478–82.

23. Seok J, Soo J, Beom H & Pyo S. Current status of dental caries diagnosis using cone beam computed tomography. *Imaging Sci Dent* 2011;41(2):43-51.
24. Tarim E, Kucukyilmaz, Ertas H, Savas S & Yircali M. Comparative study of different radiographic methods for detecting occlusal caries lesions. *Caries Res.* 2014;48(6):566–74.
25. Shaihidi S, Kazerooni N, Sharafeddin F, Shahab S, Bahrapour E & Hamedani S. An in vitro comparison of diagnostic accuracy of cone beam computed tomography and phosphor storage plate to detect simulated occlusal secondary caries under amalgam restoration. *J Dent Res.* 2015; 12(2):161-6.
26. Krzyostaniak J, Kulczyk T, Czarnecka B & Surdacka A. A comparative study of the diagnostic accuracy of cone beam computed tomography and intraoral radiographic modalities for the detection of non cavitated caries. *Clin Oral Investig.* 2015;19(3):667–72.

ANEXOS

ANEXO 4

Calibración inter-examinador del diagnóstico de lesiones cariosas oclusales usando tomografía computarizada de haz cónico in vitro.

DIENTE	Diagnóstico de caries dental	
	Kappa	
	Valor	p
Premolar	0.96	<0.01
Molar	0.93	<0.01
TOTAL	0.95	<0.01

Kappa: Prueba de concordancia de Kappa.

p: Nivel de significancia estadística.

*: Se evaluaron 108 dientes (50 molares y 58 premolares), 108 superficies oclusales.

°: En base a dos examinadores.

ANEXO 5

Calibración inter-examinador del diagnóstico de lesiones cariosas oclusales usando radiografías bitewing de placa de fósforo in vitro.

DIENTE	Diagnóstico de caries dental	
	Kappa	
	Valor	p
Premolar	0.86	<0.01
Molar	0.89	<0.01
TOTAL	0.88	<0.01

Kappa: Prueba de concordancia de Kappa.

p: Nivel de significancia estadística.

*: Se evaluaron 108 dientes (50 molares y 58 premolares), 108 superficies oclusales.

°: En base a dos examinadores.