



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

**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:
ESTUDIO *IN VITRO***

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN RADIOLOGÍA ORAL Y
MAXILOFACIAL

ANA PAOLA TREVEJO BOCANEGRA

LIMA - PERÚ

2016

ASESOR

Mg. Esp. Jorge Arturo Beltrán Silva

Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial.

DEDICATORIA

A mi esposo, a mi hijo y a mis padres por su paciencia y aliento.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, sin Él nada es posible.

A mi familia, por su apoyo constante.

A mis asesores, por compartir sus enseñanzas conmigo.

A todo el personal docente y no docente que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo del estudio fue comparar *in vitro* la validez diagnóstica de dos sistemas de radiografía digital directa: dispositivo de carga acoplada (CCD) de Sirona® XIOS XG y placa de fósforo foto-estimulable (PSP) de Dürr® VistaScan en la detección de lesiones de caries proximal incipiente. **Metodología:** Se evaluaron 112 superficies proximales de 27 molares y 31 premolares extraídos, con o sin lesión de caries dental proximal incipiente. Se empleó como estándar de oro la evaluación histológica. Las imágenes radiográficas así como las del estereomicroscopio fueron evaluadas por un observador calibrado. **Resultados:** Los valores de sensibilidad obtenidos para el sistema CCD y PSP fueron de 0.35 y 0.31, respectivamente. Los valores de especificidad fueron similares para ambos sistemas (0.87). Los valores Az mostraron baja exactitud diagnóstica para ambos sistemas: 0.61 para el CCD y 0.59 para el PSP, no encontrándose diferencia estadísticamente significativa entre ambos valores ($p=0.78$). **Conclusiones:** Los sistemas CCD y PSP presentaron mejor capacidad para la detección de superficies sanas, pero una baja exactitud para detectar lesiones de caries dental proximal incipiente. Ambos presentaron baja concordancia con la evaluación histológica.

PALABRAS CLAVE: caries dental, radiografía dental digital, sensibilidad y especificidad. (DeCS).

SUMMARY

Objective: The aim of this study was to compare *in vitro* the accuracy of two direct digital radiography systems: charge coupled device (CCD) Sirona® XIOSXG and storage phosphor stimuable system (SPS) Dürr® VistaScan in the detection of incipient proximal caries lesions. **Methodology:** 112 proximal surfaces: 27 molars and 31 premolars extracted with or without proximal incipient caries lesion were evaluated. Histological evaluation was used as gold standard. Radiographic images as well as the stereo microscope were evaluated by a calibrated observer. **Results:** Sensitivity values were, for CCD and for SPS systems 0.35 and 0.31, respectively. Specificity values were similar for both systems (0.87). The Az values showed a low diagnostic accuracy of both systems: 0.61 for CCD and 0.59 for SPS, no statistical difference was found between these two values ($p = 0.78$). **Conclusions:** CCD and SPS systems showed better ability to detect sound surfaces, but low accuracy to detect incipient proximal carious lesions. Both showed low concordance with histology.

KEY WORDS: dental caries, dental digital radiography, sensitivity and specificity. (DeCS).

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución de frecuencias en la detección de lesión de caries proximal según el sistema de radiología digital, diente y superficie evaluada. Lima, 2016.	60
Tabla 2. Concordancia en la detección de lesión de caries proximal con el sensor CCD y el sensor PSP respecto a la evaluación histológica. Lima, 2016.	61
Tabla 3a. Sensibilidad y especificidad del sensor CCD en la detección de lesión de caries proximal según tipo de diente y superficie evaluada. Lima, 2016.	62
Tabla 3b. Sensibilidad y especificidad del sensor PSP en la detección de lesión de caries proximal según tipo de diente y superficie evaluada. Lima, 2016.	63
Tabla 4. Valores Az de los sistemas de radiología digital en la detección de caries proximal según tipo de diente y superficie evaluada. Lima, 2016.	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Curva ROC de los sistemas de radiología digital en la detección de lesión cariosa proximal, Lima, 2016.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sistema de radiología digital: Dispositivo de carga acoplada (CCD).	66
Figura 2. Sistema de radiología digital directa: Placa de fósforo fotoestimulable (PSP).	67
Figura 3. Maqueta de estudio.	68
Figura 4. Radiografía adquirida con el dispositivo de carga acoplada (CCD).	69
Figura 5. Radiografía adquirida con la placa de fósforo fotoestimulable (PSP).	70
Figura 6. Procesamiento de los especímenes.	71
Figura 7. Corte histológico del diente de las Figuras 4 y 5.	72

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PSP	Placa de fósforo foto-estimulable.
CCD	Dispositivo de carga acoplada.
CMOS	Detectores de óxido metálico complementario.
SM	Estéreo microscopio.
VPP	Valor predictivo positivo.
VPN	Valor predictivo negativo.
VP	Verdadero positivo.
VN	Verdadero negativo.
FN	Falso negativo.
FP	Falso positivo.
Valor Az	Área bajo la curva ROC.
DAMCIBUM	Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial.
FAEST-UPCH	Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
CIE- UPCH	Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
TCHC	Tomografía Computarizada de Haz Cónico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	2
III. MARCO CONCEPTUAL	3
IV. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	20
V. OBJETIVOS	22
V.1. Objetivo General	22
V.2. Objetivos Específicos	22
VI. HIPÓTESIS	23
VII. METODOLOGÍA	
VII.1. Diseño del estudio	24
VII.2. Población	24
VII.3. Muestra	24
VII.3.1. Criterios de inclusión	24
VII.3.2. Criterios de exclusión	25
VII.4. Operacionalización de variables	26
VII.5. Procedimientos y técnicas	31
VII.6. Consideraciones éticas	35
VII.7. Plan de análisis	35
VIII. RESULTADOS	36
IX. DISCUSIÓN	39
X. CONCLUSIONES	48
XI. RECOMENDACIONES	49

ANEXOS

ANEXO 1

**CLASIFICACION DE LA PROFUNDIDAD DE LAS LESIONES
CARIOSAS PROXIMALES**

ANEXO 2

**APROBACIÓN DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA DE
LA UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA**

ANEXO 3

**AUTORIZACIÓN AL JEFE DEL ÁREA OPERATIVA PARA LA
REALIZACIÓN DEL PROYECTO**

ANEXO 4

**AUTORIZACIÓN DEL COORDINADOR EJECUTIVO DE LA
UNIDAD DE RECURSO HUMANO, TÉCNICO Y AUXILIAR**

ANEXO 5

**CODIFICACIÓN DE LA CARIES DENTAL DE LA CORONA DE
DIENTES PERMANENTES (OMS)**

ANEXO 6

ESQUEMA DE MAQUETA DE ESTUDIO

ANEXO 7

ESCALA DE LANDIS Y KOCH DE LOS VALORES KAPPA

ANEXO 8

**COEFICIENTES DE KAPPA INTRAOBSERVADOR POR
SISTEMA DE RADIOLOGÍA DIGITAL EN LA DETECCIÓN DE
LESIÓN DE CARIES PROXIMAL INCIPIENTE, LIMA, 2016.**

ANEXO 9

**COEFICIENTES DE KAPPA INTEROBSERVADOR POR
SISTEMA DE RADIOLOGÍA DIGITAL EN LA DETECCIÓN DE
LESIÓN DE CARIES PROXIMAL INCIPIENTE, LIMA, 2016.**

ANEXO 10

FICHA DE REGISTRO

I. Introducción

Una de las principales enfermedades de la cavidad bucal es la caries dental. Si bien son muchos los estudios sobre el origen, prevalencia y tratamiento de esta enfermedad, aún existen dificultades para una correcta detección clínica y radiográfica de las lesiones de caries dental.^{1,2}

Dentro de los diversos métodos para la detección de las lesiones de caries tenemos la radiografía convencional como una alternativa, así como, su versión contemporánea: la radiografía digital. En este último se tiene a los detectores en estado sólido y placa fósforo foto-estimulable (PSP). Dentro de los detectores en estado sólido se encuentran el dispositivo de carga acoplada (CCD) y los semiconductores complementarios de óxido metal (CMOS).^{1,3}

Son pocos los estudios que evalúan estos sistemas que ya son empleados en nuestro país. Por lo que se hace necesario más investigaciones sobre los sistemas de radiología digital para determinar la sensibilidad y especificidad de estas herramientas de diagnóstico. De esta manera el clínico podrá conocer la validez de estos diferentes sistemas para detectar patologías de la cavidad bucal como la caries dental.

El propósito del presente trabajo de investigación es determinar la validez diagnóstica de dos sistemas de radiografía digital directa: dispositivo de carga acoplada (Sirona® XIOS XG) y placa de fósforo foto-estimulable (Dürr® VistaScan) en la detección de lesiones de caries proximal incipiente, *in vitro*.

II. Planteamiento de la investigación

La radiografía es un método auxiliar para la detección de lesiones de caries, especialmente para las lesiones proximales ya que son difíciles de detectar en visualización directa.^{2,3} La radiología es una ayuda para el odontólogo, no solo en la detección de estas lesiones sino también para determinar su profundidad. Sin embargo, la radiología convencional presenta algunas desventajas como la dosis de radiación a la que es expuesto el paciente y el prolongado tiempo empleado en el procesamiento de revelado y secado de las radiografías. Con el avance de la tecnología y el advenimiento de la radiología digital se ha logrado reducir ambas situaciones y eliminar el uso de líquidos reveladores y con ello, cuidar el medio ambiente.^{2,4}

Una de las principales ventajas de la radiología digital es el uso de herramientas del *software* que mejoran la calidad de las imágenes y ayudan a la visualización de las mismas. Estas herramientas permiten identificar lesiones cariosas que, en radiografías convencionales, no se observarían.⁵⁻⁷

Existen dos sistemas de radiografías digitales que son más empleados en nuestro país, el dispositivo de carga acoplada y la placa de fósforo foto-estimable, por ello, la pregunta de investigación fue: ¿Cuál es la validez diagnóstica de los sistemas de radiografía digital directa: dispositivo de carga acoplada (Sirona® XIOS XG) y la placa de fósforo foto-estimable (Dürr® VistaScan) en la detección de lesiones de caries proximal incipiente?

III. Marco conceptual

III.1. Caries dental

La caries dental es una enfermedad infecciosa endógena en la que se produce una pérdida localizada de minerales en los dientes afectados, causada por ácidos orgánicos productos de la fermentación microbiana de los carbohidratos de la dieta. Es una enfermedad *biofilm*-azúcar dependiente, en que las lesiones de caries ocurren donde se desarrolla el *biofilm* y éste permanece por largos periodos de tiempo; en tanto que los azúcares cambian la composición de la estructura del *biofilm* haciéndolo cariogénico.⁸

Los conceptos sobre esta enfermedad han ido cambiando desde Miller (1980), hasta Thylstrup y Fejerskov (1996). Estos últimos definen a la caries dental como un proceso dinámico que resulta de un desequilibrio fisiológico entre el tejido mineral dental y el *biofilm*.⁹

El concepto de la caries dental como enfermedad transmisible asociada a microorganismos específicos ha sido descartado. Por el contrario, hoy se sabe que esta dolencia es el resultado de un cambio ecológico en el *biofilm* que cubre la superficie dentaria, conllevando a un desequilibrio entre el fluido de éste y el diente.¹⁰⁻¹²

El *biofilm* funciona de diversas formas en relación a la caries dental. Es el lugar donde las bacterias proliferan y crecen; además es el reservorio de iones de calcio para el intercambio entre el diente y la saliva y, adyacente a la superficie del esmalte, ocurre la regulación ácido/base.¹³

Lesión de caries incipiente

La lesión inicial de caries se presenta como una mancha blanca debido a la pérdida de minerales en la sub superficie y es la evidencia de la actividad cariogénica del *biofilm* que se adhiere a la superficie dentaria. Es el primer signo observado por el ojo humano de un proceso que ya ha llevado meses.¹⁴ Las lesiones activas del esmalte involucran la erosión de la superficie y la porosidad de la sub superficie. La lesión inactiva o detenida tiene una superficie desgastada, pero en la sub superficie la pérdida mineral continua, y su verdadera remineralización es alcanzada raramente, porque la zona superficial actúa como una barrera de difusión.¹⁴

Algunos compuestos presentes en la saliva y en la dieta consumida protegen y remineralizan el esmalte. La súper saturación de la apatita, las proteínas ricas en prolina y otros inhibidores salivales son macromoléculas que protegen la capa externa del esmalte (10-30 μm) pero no pueden penetrar su profundidad, por lo que su rol estabilizador está limitado a la superficie externa.^{11, 15}

La capacidad de la saliva de distribuir constantemente flúor a la superficie del esmalte hace que el flúor salival juegue un rol importante en la protección de su superficie, promueva la remineralización y reduzca la desmineralización.¹¹ En un medio neutro, la saliva dirige los complejos de calcio y fosfatos hacia el interior del esmalte que provienen de la disolución del esmalte en un medio ácido.¹³

Lesión de caries proximal

La forma de la lesión cariosa incipiente está determinada por la distribución de *biofilm* y la dirección de los prismas del esmalte. La lesión cariosa proximal se sitúa entre el punto de contacto y el margen gingival, donde hay mayor acumulación de *biofilm* dental, y que, clínicamente, es de forma arriñonada. La lesión se forma por debajo del *biofilm* y avanza en dirección longitudinal a los cristales del esmalte. Es

por este motivo que la lesión cariosa proximal presenta una forma cónica y al corte transversal tienen una forma de “V” con el vértice dirigido hacia la unión amelodentinaria.^{11,16}

La lesión cariosa proximal avanza de manera paralela a los ejes longitudinales de los bastones del esmalte. La zona central, en sentido transversal, corresponde a la lesión más activa o más antigua. La forma cónica representa el rango de los estadios del incremento de la progresión de la lesión.^{11,16}

Detección de la caries dental

La detección de la lesión de caries dental involucra el empleo de técnicas para determinar la presencia o ausencia de la misma y su extensión, así como el estado de actividad o inactividad que conlleva a la toma de decisión clínica.¹⁷

El acto de diagnosticar involucra identificar la enfermedad a través de sus signos y síntomas para direccionar el tratamiento. La información obtenida para este proceso procede de diferentes fuentes como inspección clínica, entrevista, exámenes auxiliares, etc. La caries dental difiere en este sentido de otras enfermedades médicas, debido a que no existen síntomas de la caries dental cuando ésta se encuentra en sus estadios iniciales. Es decir, no se puede diagnosticar pero sí detectar a través de diferentes métodos.¹⁸

Se han desarrollado diferentes métodos de detección con distintos niveles de aplicabilidad y exactitud que han venido evolucionando con la finalidad de poder detectar las lesiones cariosas en estadios más tempranos. Los métodos de detección son diversos: inspección visual, radiográfico convencional y digital, transiluminación, la conductividad eléctrica, el láser, etc.¹⁸⁻²¹

La inspección visual es el método convencional más ampliamente usado para la detección de la caries dental. Dentro de las controversias en el empleo de este

método, está que puede ser subjetivo y por lo tanto, los diferentes criterios de detección podrían llevar a un sobre o sub tratamiento de la lesión. Además, se requiere que el clínico tenga un entrenamiento para identificar y discernir sobre la severidad y actividad de la lesión. Se indica realizar la separación temporal dentaria cuando se sospecha de una lesión cariosa proximal radiográficamente pero la presencia de un diente contiguo dificulta la observación directa.^{21,22}

III.2. Método radiográfico para la detección de lesión de caries

Con el descubrimiento de los rayos X por Röntgen en 1895, se evidenció el valor diagnóstico de la radiación ionizante en el campo de la salud. Un año después, Rollins inventó la primera unidad dental de rayos X y Walkoff realizó la primera radiografía dental. Con el paso de los años se logró disminuir los riesgos de la radiación ionizante, mejorar los equipos radiológicos y ampliar su campo de acción.^{23,24} La radiología es usada como herramienta de diagnóstico de muchas patologías y alteraciones en el área de odontología.²

Si bien existen diversos métodos para la detección de la caries dental, el método radiográfico es un examen auxiliar esencial y ampliamente usado debido a que no es invasivo y brinda información importante, no solo sobre la presencia o ausencia de las lesiones, sino también sobre la profundidad de las mismas.^{2,3}

En las lesiones de caries dental se produce un proceso de desmineralización del tejido dentario, el cual permite un mayor paso de los rayos X dando como resultado una imagen radiolúcida que se diferencia de la radiopacidad del tejido no cariado.^{2,4}

Imagen radiográfica de la lesión de caries

Las radiografías detectan a partir del 5% de pérdida mineral. A mayor desmineralización, mejor visualización de la lesión cariosa;²⁵ sin embargo, se

requiere que la desmineralización supere el 40% en la superficie dentaria para que esta pueda ser visualizada.²

Durante las primeras etapas de la desmineralización los cambios histológicos no son lo suficientemente evidentes como para detectarlos en una imagen radiográfica.^{11,26}

Por este motivo, la detección de las lesiones cariosas incipientes es difícil.^{25,26} Es importante la detección de estas lesiones para optar por un tratamiento no invasivo y así evitar la destrucción del tejido dentario. La identificación de la profundidad de la lesión de caries dental es sustancial para la determinación del tratamiento y pronóstico de la pieza dentaria, así como para la decisión sobre el material dental a usar.⁷

La imagen radiográfica puede verse afectada por diversos factores como:²⁷

- Factores de producción de rayos X: kilovoltaje (kV), miliamperaje (mA), tiempo de exposición, distancia del punto focal a la película o receptor y al objeto.
- Factores de absorción y atenuación.
- Factores de densidad intrínsecos y extrínsecos del tejido, cuerpo u objeto del que se adquiera la radiografía.

Para una correcta interpretación de las imágenes radiográficas se requiere un ambiente en condiciones ideales e interpretar radiografías solo de buena calidad. De esta manera, se puede extraer la máxima información de estas imágenes.²⁷

La imagen radiográfica presenta ciertas limitaciones inherentes a la técnica. Revela solo los cambios físicos en los tejidos duros del diente y un límite aparente de la desmineralización de la lesión. Es por este motivo que no existe concordancia con lo hallado por la histología. Adicionalmente, muestra una imagen bidimensional de un

objeto tridimensional, por lo tanto, las estructuras ubicadas en las superficies o caras libres se verán sobre proyectadas en un solo plano.^{2,28}

A pesar de las limitaciones descritas, es un método no invasivo que permite observar los cambios en la dentina y en la cámara pulpar, así como la morfología de las partes del diente. Además, constituye un documento legal y dependiendo de la técnica, permite hacer seguimiento de la lesión en el tiempo.^{28,29}

Radiografía de aleta de mordida o bitewing

Las radiografías intraorales son importantes pues permiten la visualización más precisa de las estructuras dentarias y óseas circundantes. Dentro de estas tenemos: las radiografías oclusales, las radiografías periapicales y las radiografías de aleta de mordida o *bitewing*.²

La técnica intraoral de aleta de mordida o *bitewing*, ideada por Raper en 1925, es usada frecuentemente como complemento en la detección de lesiones de caries proximal en sector posterior (premolares y molares)^{26, 30-34}, debido a que a través de la inspección visual es difícil detectarlas en presencia de piezas contiguas, además no se detectan lesiones cariosas cuando éstas se limitan al esmalte dentario.^{26,34}

El uso correcto de esta técnica, evitando los errores de angulación horizontal y vertical, reduce el número de superposiciones de las superficies dentarias proximales. El empleo de los aditamentos para la toma radiográfica permite la reproducibilidad geométrica.²⁶

En toda radiografía de aleta de mordida se debe observar la corona dentaria y el hueso alveolar adyacente. En la radiografía de dientes posteriores se debe visualizar desde la superficie distal del canino hasta la superficie distal de la pieza más posterior erupcionada. Para capturar estas imágenes en un paciente adulto, se deben usar dos receptores de imagen de tamaño #2.²

Aspectos radiográficos de las lesiones cariosas proximales

El aspecto radiográfico varía según su localización y depende del tejido al que afecte. El esmalte es el primer tejido en ser afectado, seguido por la dentina y posteriormente la cámara pulpar. Tratándose de tejidos histológicamente diferentes, la apariencia de la lesión cariosa es variable.^{3,27}

La imagen radiográfica de la lesión cariosa proximal limitada a esmalte puede tener los siguientes aspectos: a) el triángulo con base en la superficie externa del esmalte, b) una imagen radiolúcida difusa y c) un triángulo con bordes difusos. Cuando la lesión cariosa llega a dentina, se visualiza un triángulo con base en la unión amelodentinaria y el vértice dirigido hacia la cámara pulpar. Usualmente las lesiones proximales graves provocan gran destrucción dentinaria y, con las fuerzas de masticación, las estructuras adyacentes colapsan dejando una cavidad de fácil detección.³

III.3 Radiología digital

Para obtener la imagen radiográfica a través del sistema convencional se necesita una película de rayos X. Esta imagen latente se convierte en imagen real a través de un proceso de revelado. La constitución de películas radiográficas implica el uso de cristales de haluro de plata (bromuro y yoduro).² Con la aparición de las computadoras en la década de 1940, se revoluciona la imagen radiográfica: la imagen no es analógica, como en la radiología convencional, sino digital. La radiología digital se relacionaba a la digitalización de las películas radiográficas, seguida del procesamiento de la imagen y su visualización; lo que se denomina radiología digital indirecta. Estas imágenes contenían la misma información que las películas radiográficas, incluso los errores de su procesamiento. Desde la década de 1960, con

el advenimiento de la electrónica, los receptores de imagen mejoraron e hicieron posible la aparición de la radiografía digital directa.³⁵

El desarrollo de la radiología digital tiene grandes avances en el campo de la salud. En la odontología se emplea como examen auxiliar para obtener diagnósticos más acertados y tempranos mediante el uso de las herramientas propias del *software*^{24,26,32,35} y para planificar tratamientos de diversas alteraciones y patologías como la caries dental.³²⁻³⁷

El avance de la tecnología y el uso de ordenadores con gran facilidad de almacenamiento, de fácil acceso y de banda ancha, han alentado a las empresas especializadas en el campo de la odontología para invertir en el desarrollo de equipos de radiología digital.³⁸

Para la obtención directa de estas imágenes digitales requiere de una serie de componentes como el sensor o detector electrónico, un convertidor analógico-digital, un computador, un monitor y/o una impresora para visualizar las imágenes.^{2,4}

La imagen se obtiene mediante un proceso por el cual los rayos X que atraviesan el objeto son captados y transformados en datos numéricos por el *software*.² Una imagen digital corresponde a la descomposición de la imagen en una matriz convencional de píxeles, conocido como elemento de imagen. A cada píxel se le otorga solo un valor de tonos de grises. El número de matices de gris depende del número de bits empleados para almacenar un píxel. Un píxel de un bit solo puede tomar dos valores (negro/blanco o 0/1). Un píxel de 8 bits toma 256 valores, estos píxeles se colocan en filas y columnas formando una matriz. Cuanto más pequeño es el píxel, mejor es la resolución de la imagen.^{2,3}

La observación de las radiografías digitales se realiza en un monitor en donde se puede manipular el tamaño, contraste y la resolución de la imagen² debido a que el

ojo humano no percibe más de 40 matices de gris. Esta pantalla deberá tener una resolución igual o mayor a la de la matriz.³

En la actualidad la radiografía digital supera a la radiografía convencional en la calidad de la imagen radiográfica. Se debe tener en cuenta el propósito fundamental del clínico al solicitar un examen radiográfico: obtener la información pertinente como ayuda en el diagnóstico del paciente.³⁸ En muchos estudios realizados se ha encontrado que el hecho de que la imagen radiográfica se obtenga mediante el sistema convencional o digital no afecta a la calidad de la información obtenida. La imagen digital es satisfactoria por las facilidades que ofrece dicha técnica radiográfica.^{4,39-42}

Ventajas de los sistemas digitales:^{2,43}

- Permite el análisis de la imagen radiológica en segundos, a diferencia de la radiografía convencional, en el cual la visualización es posible solo después de varios minutos; esto disminuye el tiempo de aplicación clínica de este procedimiento.
- Permite realizar almacenamiento de imágenes en formatos digitales, evitando la degradación que sufren las imágenes radiográficas físicas con el paso del tiempo.
- La manipulación de la imagen a través de herramientas de visualización que permiten mejorar su calidad.
- Es más ecológico, ya que no requiere de procesamiento químico, por lo que no produce polución.
- Se reduce hasta en un 70% la dosis de radiación a la que se somete el paciente.

Existen dos tipos de receptores de imagen digital y pueden utilizarse tanto para radiografías intraorales como extraorales. Dentro de los receptores intraorales tenemos los detectores de estado sólido y las placas de fósforo foto-estimulable, los cuales son los más utilizados en odontología clínica para el diagnóstico de diferentes lesiones.²

III.3.1 Detectores de estado sólido

Son sensores intraorales constituidos en pequeñas cajas rígidas de forma rectangular, que están conectadas a través de un cable para permitir la transferencia de la información desde la boca del paciente hasta el ordenador.²⁶ Cada sensor consta de píxeles sobre una base de Silicio, de acuerdo a la tecnología empleada en cada sistema se tienen dos tipos:

Dispositivo de Carga Acoplada (CCD)

Este receptor fue el primero en ser utilizado para la aplicación dental en 1989. Es un circuito integrado que contiene un número determinado de condensadores unidos o acoplados, cada uno de ellos puede transferir su carga a otros condensadores dentro del circuito. Está compuesto de 1,5 a 2,5 millones de píxeles de 20 a 70 μm cada uno. Los píxeles están dispuestos en forma de matriz, sobre ésta hay una capa de centelleo sobre la cual inciden los fotones de rayos X y se convierten posteriormente en luz. Esta luz interacciona con el silicio para crear un paquete de carga. Los paquetes de carga formados representan la imagen latente, cada carga se transfiere a un amplificador de lectura por el cable a un convertidor analógico-digital del ordenador.^{2, 40,42, 44- 46} (Figura 1).

Detectores de óxido metálico complementario (CMOS)

Son sensores que tienen una constitución similar al CCD, la diferencia radica en que cada paquete de carga se conecta de manera independiente con el transistor, es decir,

cada pixel se evalúa de manera individual. Existen sensores intraorales que contienen elementos de CCD y con diferentes diseños: los planos de tamaño de chasis convencional y los diseñados para equipos exclusivamente digitales.^{2,40,42}

III.3.2 Sistema digital de placas de fósforo foto-estimulable (PSP)

Fue el segundo en ser utilizado como receptor de imagen radiográfica dental. Este sistema consiste en una placa base de poliéster recubierta de una emulsión de halogenuro cristalino compuesto de un fluorohalido de bario activado compuesto. Las PSP absorben y almacenan la energía de rayos X que se libera como fosforescencia con la estimulación de otra luz de una longitud de onda apropiada. Tienen casi el mismo tamaño y flexibilidad de las placas convencionales, además pueden ser re utilizadas muchas veces. Por estos motivos han sido consideradas las placas sustituibles de la placa radiográfica convencional.^{30,40,41,47} (Figura 2).

Es recomendable que las placas de fósforo sean escaneadas inmediatamente para prevenir que cualquier información de la imagen se pierda o se degrade por la luz ambiental o disminuyan los electrones atrapados en la placa.³⁴

III.4. Criterios radiográficos para determinar la profundidad de la lesión

En la literatura se reportan diversos criterios de clasificación para determinar la profundidad de una lesión de caries. La clasificación de la profundidad de las lesiones cariosas permite el seguimiento y control de las lesiones menos avanzadas.

En el año 1984, Pitts propuso una clasificación de la profundidad de las lesiones cariosas proximales, teniendo como criterio básico la penetración de los tejidos dentarios, la sobre proyección de superficies proximales y la presencia de

restauraciones (caries secundaria). Los criterios radiográficos correspondían a los criterios clínicos dados por la OMS.⁴⁸

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 los siguientes:⁴⁸

- R0: sano
- R1: lesión en la mitad externa del esmalte
- R2: lesión en la mitad interna del esmalte
- R3: lesión en la mitad externa de la dentina
- R4: lesión en la mitad interna de la dentina

Teniendo como base la clasificación de Pitts, la FAEST-UPCH propuso, en el año 2007, el siguiente índice modificado que se utiliza hasta la actualidad:³

- R1: lesión superficial de esmalte (mitad externa)
- R2: lesión profunda de esmalte (mitad interna)
- R3: lesión superficial de dentina
- R4: lesión profunda de dentina sin compromiso pulpar
- R5: lesión profunda de dentina con compromiso pulpar

III.5. Histopatología de la caries dental

El esmalte es el tejido más mineralizado del organismo, con un 86% de material inorgánico, 2% de material orgánico y 9% de agua. Constituido principalmente de cristales de hidroxiapatita impura compuesta por minerales. Estos cristales están alineados formando una estructura prismática. Esta organización prismática genera el

desarrollo de una red de poros, en los cuales se acumula líquido que humedece los fosfatos de calcio del esmalte.⁴⁹

La lesión de caries dental en el esmalte tiene aspecto cónico con su ápice adyacente a la dentina y su base por debajo de la superficie dentaria. Se encuentran cuatro zonas de diferente translucidez. Éstas dependen de los niveles de desmineralización, que a su vez ilustra la dinámica del proceso de la caries dental.⁴⁹⁻⁵²

1. Zona translúcida: Es la porción más interna de la lesión y tiene una pérdida mineral de 1.2%. No siempre está presente y su profundidad varía entre 5 a 10 μm . Posee esta apariencia translúcida por la disolución inicial del esmalte. No se evidencia aún pérdida de proteínas. El volumen de los poros es mayor al 1%.
2. Zona oscura: Es superficial a la zona translúcida y está presente en 95% de las lesiones y tiene una pérdida mineral de 6%. Se forma como resultado de la desmineralización y tiene coloración marrón oscura, la cual se debe a la remineralización ocurrida en la lesión. El volumen de los poros es del 2 al 4%.
3. Cuerpo de la lesión: Es la zona más extensa y de mayor desmineralización (24%). El volumen de los poros es del 10 al 25%.
4. Zona superficial: Representa la capa más importante en cuanto a prevención y manejo. Posee un espesor entre 20 a 100 μm en dentición permanente. Es una zona resistente gracias al alto grado de mineralización y concentración de fluoruros, por la precipitación de iones de fosfato y calcio.

El avance de la lesión cariosa en dentina se produce con el doble de rapidez que en el esmalte debido a la menor mineralización de la dentina y la existencia de túbulos dentinarios.⁴⁹ Existen cambios iniciales en la dentina como la degeneración de las fibras de Tomes que precede a los cambios escleróticos dentinarios.^{49,50}

Cuando la lesión cariosa avanza a la dentina es por la destrucción del componente orgánico de las fibras de colágeno. La degradación de las fibras de colágeno no se debe a la acción bacteriana sino a la acción de las metaloproteinasas, que son producidas por los fibroblastos, ameloblastos y odontoblastos. Algunas metaloproteinasas se encuentran en la saliva y están involucradas en la degradación de los componentes protéicos. Las producidas por los odontoblastos actúan en la capa profunda de la lesión cariosa coadyuvando al proceso proteolítico de la matriz dentinaria.⁵³

En la lesión cariosa en dentina se encuentran dos capas con diferente estructura macroscópica, microscópica y química. La capa más externa está altamente infectada por bacterias que se localizan principalmente en los túbulos dentinarios; las fibras de colágeno están desnaturalizadas y la matriz inorgánica no se ha remineralizado. La capa más interna se encuentra menos infectada pero más afectada por los ácidos, contiene altas concentraciones de sales minerales y puede ser remineralizada.⁴⁹⁻⁵² La remineralización es un fenómeno microscópico en la sub superficie que no se observa macroscópicamente en la estructura de la cavitación dentinaria.¹³

El estudio de la morfología y bioquímica de la caries dental es un desafío debido a los problemas técnicos que se suscitan en su procesamiento. Para poder observar las lesiones cariosas es necesario seccionar los dientes y en dicho proceso se puede perder estructura dentaria. Esto impide, en algunos casos, la investigación a niveles microscópicos.⁵⁰ A pesar que en algunas investigaciones se usa la micro tomografía o la microscopía de luz polarizada en quinolonas como estándar de oro (*gold standard*) para la medición de la profundidad de la lesión de caries, el estéreo microscopio (SM) es usado ampliamente para este fin.⁵⁴

III.6. Validez diagnóstica

La validez se refiere al valor diagnóstico de un método y depende de su fiabilidad para detectar correctamente la presencia o ausencia de la enfermedad que se estudia, al compararlo con un estándar de oro.⁵⁵⁻⁵⁷ La validez de un método describe la relación y sus resultados con la determinación de la enfermedad. Se calculan los siguientes parámetros para evaluar el desempeño de los métodos diagnósticos:

Sensibilidad

Se define como la capacidad de la prueba para clasificar correctamente al enfermo como enfermo, o como la probabilidad de tener un resultado positivo si se tiene la enfermedad. Es decir, es la fracción de verdaderos positivos (VP).⁵⁸ Una prueba diagnóstica de alta sensibilidad tiene pocos falsos negativos (FN) y, al contrario, una prueba con baja sensibilidad tendrá una alta tasa de resultados falsos negativos. La utilización de una prueba muy sensible asegura que un resultado negativo probablemente será un resultado verdadero, pues tiene una gran capacidad para detectar a los enfermos como enfermos.⁵⁶

Especificidad

Es la capacidad de la prueba para clasificar adecuadamente a los sanos como sanos; es el porcentaje de personas que no tienen la condición de estudio y dan resultados “negativos” o “normales”. Es decir, es la fracción de verdaderos negativos (VN) o la resta de uno (1) con la fracción de falsos positivos (FP).⁵⁸ El aspecto más importante es que el examen puede clasificar correctamente al paciente sano como sano; es decir, los verdaderos negativos. Un examen con una alta especificidad es muy útil cuando el resultado es positivo, pues la tasa de falsos positivos es muy baja.⁵⁶

Valor predictivo positivo (VPP)

Es la probabilidad de que un paciente con resultado positivo en la prueba presente la enfermedad. Para calcular el VPP de una prueba diagnóstica se ha de dividir el número enfermos con prueba positiva por la sumatoria de los enfermos con prueba positiva y los sujetos “no enfermos” con prueba positiva.^{55,56} Se denomina también probabilidad a posteriori o probabilidad “postest”.⁵⁴

Valor predictivo negativo (VPN)

Es la probabilidad de que un paciente con un resultado negativo en la prueba esté realmente sano. Para calcular el VPN se debe dividir el número de enfermos con prueba negativa por la sumatoria de los enfermos con prueba negativa y los sujetos “no enfermos” con prueba negativa.^{55,56}

Exactitud

Indica la proporción de resultados validos (VP y VN) sobre la totalidad de los resultados. Es la probabilidad de que un individuo sea clasificado correctamente por la prueba.⁵⁶

Curva ROC (receiver-operating characteristics)

Es un gráfico en el que se observan todos los pares de sensibilidad/1-especificidad (VP/FP) resultado de la variación continua de los puntos de corte. Cada punto en la curva representa un par de VP/FP. En el eje X se sitúa 1- especificidad o fracción de (FP) y en el eje Y se sitúa la sensibilidad o la fracción de los (VP). Cuando la sensibilidad y la especificidad toman los valores máximos (1), es decir es una prueba con discriminación perfecta, la curva pasa por la esquina superior izquierda.^{55,56,58}

Se usa el área bajo la curva ROC (Valor Az) para determinar la exactitud diagnóstica de una prueba, para establecer la probabilidad de clasificar correctamente un par de

individuos como sano o enfermo. Cuanto mayor es este valor, mayor es la exactitud de la prueba, de esta manera si el valor es 1 es una prueba con exactitud perfecta.⁵⁷

III.7 Estudios previos

Se han realizado algunos estudios que muestran la sensibilidad y especificidad de diversos sistemas de radiología digital en la detección de lesiones cariosas proximales incipientes. Haiter-Neto et al.⁴⁶ estudiaron los sistemas CMOS, CCD y PSP, entre ellos Sidexis de Sirona. Este sensor mostró una sensibilidad de 0.16 y una especificidad de 0.92, mientras que el sensor CMOS de Eastman Kodak fue el que presentó la sensibilidad más alta: 0.23 y la menor especificidad: 0.87. Por otro lado, el sensor VistaRay de Dürr Dental tuvo la más alta especificidad: 0.97. Pontual et al.⁶ compararon la sensibilidad y especificidad de tres sistemas PSP frente a una placa convencional en la detección de lesiones cariosas en esmalte, encontraron que el sistema PSP Dentopix de Gendex y el film convencional de Eastman Kodak tuvieron mayor sensibilidad: 0.16, pero el sistema PSP Digora- *white plate* de Soredex tuvo la mayor especificidad: 0.94.

Por otro lado, se han realizado estudios que evalúan la exactitud de los sistemas de radiología digital expresados a través del valor Az. Krzyżostaniak et al.⁴⁷ evaluaron el sistema PSP Digora Optime de Soredex, un film convencional de Eastman Kodak y un TCHC NewTom 3G, y hallaron valores Az de: 0.65, 0.66 y 0.63, respectivamente. Li et al.⁴⁴ al evaluar diferentes sistemas de PSP, entre ellos el VistaScan de Dürr Dental, hallaron un valor Az de 0.60 y 0.72 con baja y alta resolución respectivamente.

IV. Justificación del estudio

En varios países desarrollados se ha reducido significativamente la prevalencia y severidad de la caries dental, pero en países en vías de desarrollo, como el nuestro, la prevalencia e incidencia de caries dental continúa siendo alta. En el último reporte, publicado por el Ministerio de Salud del Perú en el año 2002, la prevalencia nacional de caries dental en escolares fue 90,4%, cifra alarmante, tomando en cuenta que no se registraron lesiones de caries proximal.⁵⁹

La velocidad de progresión de una lesión de caries dental es más rápida en dientes deciduos que en dientes permanentes. Las lesiones localizadas en el esmalte pueden progresar hacia la dentina en un año. Esto puede deberse a que el esmalte en la dentición decidua es más delgado y menos mineralizado. Por el contrario, la lesión cariosa presente en la mitad externa del esmalte de dientes posteriores permanentes tiene un avance más lento durante los tres primeros años, haciéndose más rápido el avance a mayor profundidad.⁶⁰ Por estos motivos es imprescindible la detección temprana de estas lesiones ya que permite tomar la decisión correcta sobre el tratamiento terapéutico a realizar.

Existen diferentes empresas comerciales foráneas que manufacturan receptores radiológicos. Si bien, con el avance tecnológico se ha mejorado la calidad de las imágenes radiográficas, resulta imprescindible mantenernos actualizados con estos avances. Es necesario realizar más estudios y comparar tecnologías de estos sistemas presentes en nuestro país, para que la comunidad odontológica los use en bien del paciente.

La importancia en conocer la validez diagnóstica de estos sistemas radica en que la identificación de la ausencia, presencia y profundidad de la lesión de caries es determinante en el manejo de esta entidad. Siendo la caries dental una enfermedad

epidemiológicamente importante a nivel mundial, es relevante conocer a profundidad las técnicas más usadas en la detección de las lesiones proximales incipientes.

V. Objetivos

V.1. Objetivo general

Comparar la validez diagnóstica de dos sistemas de radiografía digital directa: CCD (Sirona® XIOS XG) y PSP (Dürr® VistaScan) en la detección de lesiones de caries dental proximal incipiente, *in vitro*.

V.2. Objetivos específicos

1. Determinar la presencia de lesión de caries dental proximal incipiente mediante el sistema CCD (Sirona® XIOS XG), PSP (Dürr® VistaScan) según el estándar de oro (histología).
2. Determinar la sensibilidad y especificidad del sistema CCD (Sirona® XIOS XG) con respecto al estándar de oro (histología).
3. Determinar los valores predictivo positivo y negativo del sistema CCD (Sirona® XIOS XG) con respecto al estándar de oro (histología).
4. Determinar la exactitud diagnóstica del sistema CCD (Sirona® XIOS XG) con respecto al estándar de oro (histología).
5. Determinar la sensibilidad y especificidad del sistema PSP (Dürr® VistaScan) con respecto al estándar de oro (histología).
6. Determinar los valores predictivo positivo y negativo del sistema PSP (Dürr® VistaScan) con respecto al estándar de oro (histología).
7. Determinar la exactitud diagnóstica del sistema PSP (Dürr® VistaScan) con respecto al estándar de oro (histología).
8. Comparar los resultados obtenidos de los sistemas CCD (Sirona® XIOS XG) y PSP (Dürr® VistaScan) con respecto al estándar de oro (histología).

VI. Hipótesis

Hi. El sistema CCD (Sirona® XIOS XG) y el sistema PSP (Dürr® VistaScan) son válidos para la detección de lesiones de caries dental proximal incipiente, *in vitro*.

VII. Metodología

VII.1. Diseño del estudio

Observacional, transversal y analítico.

VII.2. Población

La población estuvo conformada por 112 dientes extraídos y proveídos del Departamento Académico de Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial (DAMCIBUM) de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (FAEST-UPCH).

VII.3. Muestra

La muestra estuvo constituida por 91 dientes entre premolares y molares. Para obtener la muestra se empleó la fórmula para estimar proporciones para población conocida y se determinó un tamaño muestral de 85 dientes (incluido el 15% de ajuste a pérdidas):⁶¹

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de la población (en este caso =112).

$Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5%=0.05)

q = 1-p (en este caso 1-0.05=0.95)

d = precisión (en este caso un 3%)

VII.3.1 Criterio de inclusión

Dientes sanos y con lesión de caries dental proximal incipiente.

VII.3.2 Criterios de exclusión

1. Dientes con lesión de caries dental proximal cavitada.
2. Dientes con algún tipo de tratamiento restaurador.

VII.4. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES O CATEGORÍAS
Sistemas de detección	Conjunto de herramientas para poder detectar una condición de salud o enfermedad. ³	<ul style="list-style-type: none"> - Radiología digital: Dispositivo de carga acoplada. - Radiología digital: Placa de fósforo foto-estimulable. 	Registro de la técnica utilizada.	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> Dicotómica Nominal 	<ul style="list-style-type: none"> 1: Dispositivo de carga acoplada. 2: Placa de fósforo foto-estimulable.

<p>Validez diagnóstica</p>	<p>Valor diagnóstico de un método y depende de su fiabilidad para determinar correctamente la presencia o ausencia de la enfermedad que estudia.</p>	<p>Valor diagnóstico de la técnica de radiología digital directa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad - Especificidad - Valor predictivo positivo - Valor predictivo negativo. - Exactitud 	<p>Cuantitativa</p>	<p>Politémica De razón</p>	<p>0-1</p>
----------------------------	--	---	---	---------------------	--------------------------------	------------

<p>Detección radiográfica de caries dental</p>	<p>Criterios por los cuales se establece la profundidad de la desmineralización de la estructura dentaria provocada por caries dental.^{3,48}</p>	<p>Se registrarán según los criterios radiográficos de la clasificación modificada de la profundidad de las lesiones cariosas proximales de Pitts.⁴⁸</p>	<p>Clasificación modificada de la profundidad de las lesiones cariosas proximales.⁴⁸</p> <p>-R0: sano.</p> <p>-R1: lesión en la mitad externa del esmalte.</p> <p>-R2: lesión en la mitad interna del esmalte.</p> <p>-R3: lesión en la mitad externa de la dentina.</p> <p>-R4: lesión en la mitad</p>	<p>Cualitativa</p>	<p>Politémica</p> <p>Ordinal</p>	<p>0: R0</p> <p>1: R1</p> <p>2: R2</p> <p>3: R3</p> <p>4: R4</p>
--	---	---	--	--------------------	----------------------------------	--

			interna de la dentina. (Anexo 1).			
Diente	Órgano anatómico localizado en la cavidad bucal, se compone de tejidos mineralizados y cumplen función masticatoria. Su conjunto forman las denticiones: decidua y permanente. ³	Órgano anatómico localizado en la cavidad bucal que es susceptible a la caries dental y del que se puede obtener una radiografía digital directa y un estudio histológico, puede ser premolar o molar.	Registro del diente usado.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	1: Premolar 2: Molar

Superficie	Aspecto externo de un diente.	Aspecto externo de la corona de un diente proximal que puede ser afectado con la caries dental.	Registro de la superficie dentaria evaluada.	Cualitativa	Dicotómica Nominal	1: Mesial 2: Distal
------------	-------------------------------	---	--	-------------	-----------------------	------------------------

VII.5. Procedimientos y técnicas

Antes de empezar con el trabajo de investigación se contó con la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH) (Anexo 2), así como de las autorizaciones respectivas del Jefe del DAMCIBUM de la FAEST-UPCH para el uso del Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial y del Servicio de Medicina Bucomaxilofacial (Anexo 3); y al Coordinador Ejecutivo de la Unidad de Recurso Humano, Técnico y Auxiliar de la FAEST-UPCH para el uso del Laboratorio de Dental. (Anexo 4).

El DAMCIBUM cuenta con un área donde se almacenan exclusivamente dientes de dentición permanente extraídos por motivos protésicos u ortodóncicos. Estas piezas son seleccionadas y no presentan fractura dentaria ni línea de fractura, aparatología protésica o anomalía dentaria.

En cuanto a la bioseguridad, previo a su almacenamiento, los dientes son esterilizados en autoclave durante 40 minutos a 240°F (115,6°C) de temperatura y 20 psi (1,36 atm) de presión para impedir el crecimiento bacteriano.⁶²⁻⁶⁴ Las muestras se encuentran sumergidas en suero fisiológico para mantener su hidratación, siendo recambiado el suero cada semana.

Para la selección de la muestra los dientes fueron previamente secados con aire de una jeringa triple durante 5 segundos. La evaluación clínica de las superficies de interés se realizó siguiendo los criterios de la Organización Mundial de la Salud.⁶⁵ (Anexo 5).

Las piezas dentarias seleccionadas fueron codificadas y colocadas en la maqueta de estudio de 8 piezas cada uno, según los estándares de estudios previos similares a la presente investigación como el de Young SM.⁴⁶ Se preparó una base

rectangular de acrílico de curado rápido rosado con un largo de 6 cm, un alto de 2 cm. y un ancho de 5 cm. Estas mediciones se calcularon en función del promedio de la longitud radicular de las premolares.⁶⁴ Se elaboraron dos filas, separadas por una canaleta 0.5 cm. X 0.5 cm., para en ellas colocar, aleatoriamente, 4 dientes en cada una (2 premolares y 2 molares). La finalidad de esta canaleta fue para la colocación del receptor. (Anexo 6) (Figura 3).

Las porciones coronales estuvieron fuera de la placa, con las superficies radiculares sumergidas en el interior y sin contacto proximal (los dientes se mantuvieron separados) porque al ser piezas dentarias provenientes de distintos donantes los contactos proximales no coincidirían.

VII.5.1 Proceso de calibración

El proceso de calibración se realizó en dos fases: 1) Sesiones de unificación de criterios entre los observadores y unificación de criterios del investigador principal con un especialista en Patología Oral para la determinación de la profundidad de la lesión cariosa en la histología. 2) La prueba piloto se realizó con 16 dientes (32 superficies), a las cuales se les tomaron radiografías con los dos sistemas y posteriormente se seccionaron para su observación al SM. Durante el seccionamiento se perdieron dos superficies, motivo por el cual se emplearon solo 30 superficies.

En la prueba piloto se realizó la calibración interexaminador e intraexaminador del investigador principal con un especialista en radiología oral y maxilofacial, ambos con más de 5 años de experiencia en el área. El piloto tuvo como objetivo disminuir la variación individual, aumentar la fiabilidad y mantener la repetitividad garantizando la confiabilidad y validez. Para determinar la

reproducibilidad de los valores de caries dental se necesitaba un valor de kappa mayor a 0.80.⁶⁶ (Anexo 7).

El valor estadístico de kappa intraobservador con el sensor CCD fue de 0.86, mientras que para el sistema PSP se obtuvo un valor de 1. El valor de acuerdo interobservador para el sistema CCD fue 0.86 y para el sistema PSP fue 0.85. (Anexos 8 y 9).

VII.5.2 Técnica radiográfica

La unidad de rayos X usada para ambos sistemas fue Planmeca IntraProX (Heisinky, Finlandia) de 70 kV y filtración total de 2.5 mm.

Para el sistema CCD se usó un equipo modelo Vario DG Sirona® (Bensheim, Alemania) localizado en el Servicio de Radiología Oral de la sede de Posgrado de la FAEST- UPCH. El receptor de imagen N°2, resolución de 16 pl/mm y tamaño de pixel de 39 μm , se colocó en la ranura central de la maqueta de estudio, la cual asegura la reproducibilidad geométrica de la radiografía *bitewing*. El tubo de rayos X se colocó a 20 cm de la maqueta de estudio empleando la técnica paralela y con una programación de 70 kV, 8 mA y 0.2”.

Para el sistema PSP el equipo fue Dürr® VistaScan (Bietigheim-Bissingen, Alemania) localizado en el Centro Radiológico Imágenes. Se usó una placa N° 2, con resolución de 20 pl/mm y tamaño de pixel de 22 μm , la cual fue escaneada posteriormente. Al igual que con el sistema CCD, el tubo de rayos X se colocó a 20 cm de la maqueta de estudio empleando la técnica paralela y con una programación de 70 kV, 8 mA y 0.2”.

Todas las imágenes se almacenaron en formato JPG y con su codificación correspondiente para poder ser evaluadas (Figuras 4 y 5). Los observadores

evaluaron cada imagen usando el mismo monitor (1400 x 900 de resolución), en un ambiente tranquilo y con poca iluminación. Se observó la superficie mesial y distal, posteriormente, se llenó la ficha de registro en Excel v. 10.0 (Anexo 10) de acuerdo a la clasificación de la profundidad de lesiones cariosas proximales de Pitts.⁴⁸

VII.5.3 Técnica histológica

El seccionamiento de las maquetas de estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio Dental. Se procedió a recortar cada diente con un motor de alta DEMCO E-96 con 20.500 rpm (Dental Maintenance Co. Inc, Bonsall, California; Estados Unidos de América) con la ayuda de un disco de corte adiamantado Giflex-TR (Brendent GmbH & Co. KG, Senden, Alemania) de 30 mm de diámetro, 0.3 mm de grosor y con recubrimiento en las dos caras. Se cortó mesio distalmente en la zona en la que se observaba la lesión de caries obteniéndose especímenes de 500 µm cada uno. Se dio un acabado final con lija N°7 y los cortes se colocaron en un recipiente con suero fisiológico para mantener su hidratación hasta ser observados al SM LeicaDFC425 con cámara EC3 (Wetzlar, Alemania) con una magnificación de 3X, ubicado en el Servicio de Medicina Bucal maxilofacial de la FAEST-UPCH. (Figura 6)

En las imágenes obtenidas se realizaron trazos desde la superficie externa del esmalte proximal para determinar la profundidad de las mismas de acuerdo a la clasificación de la profundidad de lesiones cariosas proximales de Pitts. (Figura 7) Los datos fueron transferidos a la ficha de registro Excel v.10.0 junto con los datos de la evaluación radiográfica.

VII.6. Consideraciones éticas

Los especímenes fueron proporcionados por el DAMCIBUM de la FAEST-UPCH, en el cual se mantiene reserva de la identidad de los donantes. La presente investigación se realizó luego de la aprobación del Comité de Investigación de la FAEST-UPCH y de la aprobación del CIE-UPCH.

VII.7. Plan de análisis

En base a la ficha de registro se construyó una base de datos y su análisis se realizó en el programa estadístico SPSS v. 22.0 (IBM Corp., Nueva York, NY; formalmente SPSS INC., Chicago, IL) para Windows.

Las frecuencias absolutas y relativas de las detecciones de lesiones cariosas con ambos sistemas fueron descritas en tablas de distribución de frecuencias de doble entrada. Se halló el valor de kappa para establecer la concordancia entre las detecciones de los sistemas CCD y PSP con la histología.

Para determinar la validez de los sistemas de radiología digital se usaron la sensibilidad, especificidad, VPP, VPN y exactitud, para lo cual se unieron los diagnósticos de caries dental en uno solo. La sensibilidad y especificidad se ilustraron en una curva ROC.⁵⁹ El área bajo de la curva ROC (valor Az) se usó para comparar la exactitud diagnóstica de los sistemas de radiología digital.^{57,67}

La comparación entre estas áreas se realizó a través de la prueba de *DeLong*. El nivel de significancia fue $\alpha = 0.05$.⁶⁸ El análisis de dicha prueba se realizó en el programa estadístico EPIDAT v.3.1 (Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad- OPS).

VIII. Resultados

En el presente estudio se tomaron radiografías digitales de 91 dientes seleccionados, de los cuales 46 fueron molares y 45 premolares; sin embargo, al momento de ser procesados para la evaluación histológica, se perdieron 33 especímenes, quedando finalmente para el estudio 58 dientes: 27 molares y 31 premolares, evaluándose finalmente un total de 112 superficies (57 mesiales y 55 distales).

En la Tabla 1 se muestra la distribución de frecuencias en la detección de lesión de caries dental proximal de los sistemas de radiología digital y de la histología. Se observa que en el sistema CCD la condición más frecuente fue R0 tanto en molares como en premolares: 39 (34.82%) y 37 (33.04%) respectivamente. Por superficie se hallaron 36 (32.14%) superficies mesiales y 40 (35.71%) superficies distales con esta condición. La condición R1 se halló en 6 (5.36%) molares y 14 (12.5%) premolares. En cuanto a las superficies, se hallaron 14 (12.5%) en mesial y 6 (5.36%) en distal. La condición R2 se halló en 6 (5.36%) molares y 10 (8.93%) premolares. En cuanto a las superficies fueron 7 (6.25%) mesiales y 9 (8.04%) distales. No se halló ningún valor en R3 y R4 para ambos tipos de pieza.

En la misma tabla, en el sistema PSP la condición R0 fue la de mayor frecuencia, se hallaron 39 (34.82%) y 41(36.61%) en molares y premolares, respectivamente. En cuanto a las superficies: 42 (37.5%) fueron en mesial y 38 (33.93%) en distal. Para la condición R1 se halló 8 (7.14%) en molares y 14 (12.5%) en premolares. En cuanto a las superficies, 9 (8.04%) fueron en mesial y 13 (11.61%) en distal. En R2 se hallaron 2 (1.79%) y 5 (4.46%) en molares y premolares, respectivamente. En cuanto a las superficies, 5 (4.46%) tanto en mesial como en

distal. Se halló 2 (1.78%) superficies en R3 (1 molar y 1 premolar), ambas en la superficie distal. Solo 1 (0.89%) en R4 en la superficie mesial de molar. No se detectó ningún valor en R4 en premolares.

Histológicamente, la condición R0 se halló en 6 (13.4%) molares y 9 (8.04%) premolares. En cuanto a las superficies, 6 (13.4%) fueron en mesial y 9 (8.04%) en distal. La mayor frecuencia se encontró en R1: 26 (23.21%) y 18 (16.07%) en molares y premolares, respectivamente. En cuanto a las superficies: 22 (19.64%) en mesiales y distales. En R2 se hallaron 15 (13.39%) y 19 (16.96%) en molares y premolares, respectivamente. En cuanto a las superficies: 22 (19.64%) en mesial y 12 (10.71%) en distal. Para la condición R3 se halló 2 (1.79%) y 10 (8.93%) en molares y premolares, respectivamente. En cuanto a las superficies: 4 (3.57%) en mesial y 8 (7.14%) en distal. En R4 se hallaron 2 (1.79%) en molares y 5 (4.46%) en premolares. En cuanto a las superficies: 3 (2.68%) en mesial y 4 (3.57%) en distal. (Tabla 1).

La concordancia en la detección de lesión de caries proximal para ambos sensores, con respecto a la histología se muestra en la tabla 2. Solo 13 superficies fueron detectadas correctamente como R0 según ambos sistemas CCD y PSP. En R1: 7 superficies según el CCD y 8 superficies según el PSP fueron detectadas correctamente. En la condición R2: 5 superficies según el CCD y 2 superficies según el PSP fueron detectadas correctamente. No se halló ninguna concordancia en R3 con el sistema CCD y solo una con el sistema PSP. Ninguna detección de R4 concordó con la histología en ambos sistemas. Se encontró una baja concordancia: el valor de Kappa para el sistema CCD fue de 0.02 ($p=0.55$) y para el sistema PSP fue 0.03 ($p=0.50$).

En las tablas 3a y 3b se muestran la sensibilidad y especificidad de ambos sistemas. El valor de sensibilidad para el sistema CCD fue 0.35, la especificidad fue 0.87, el VPP fue 0.94, el VPN fue 0.17 y la exactitud fue 0.42. (Tabla 3a). En cuanto al sistema PSP, se halló una sensibilidad de 0.31, la especificidad fue 0.87, el VPP fue 0.94, el VPN fue 0.16 y la exactitud fue 0.38. (Tabla 3b).

En el gráfico 1 se muestra la sensibilidad y 1-especificidad de ambos sistemas a través de la curva ROC. El valor Az de ambos sistemas se observa en la tabla 4. En el sistema CCD el valor Az fue 0.61 (IC 95% 0.51-0.71). El valor Az del sistema PSP fue numéricamente inferior al hallado en el CCD: 0.59 (IC 95% 0.49-0.69). La comparación de los valores Az se realizó con la prueba de *DeLong* y no se halló diferencia estadísticamente significativa entre ambas técnicas diagnósticas ($p=0.78$).

IX. Discusión

Ante la existencia en nuestro medio de dos sistemas de radiología digital surge el interés sobre qué método es mejor en la detección de las lesiones de caries dental proximal incipiente.

Con la evolución de la tecnología se ha mejorado la resolución de la imagen de los sistemas de radiología directa disminuyendo el tamaño de los píxeles, lo cual influencia en la visibilidad de pequeños detalles en la imagen radiográfica.^{42,44,46}

Esto implica el desarrollo de investigaciones específicas en la detección de lesiones cariosas.

El presente estudio tuvo como objetivo comparar la validez diagnóstica de dos sistemas de radiografía digital directa: CCD (Sirona® XIOS XG) y PSP (Dürr® VistaScan) en la detección de lesiones de caries proximal incipiente *in vitro*. Para tal fin se comparó la profundidad de la lesión de caries dental proximal detectada con estos sistemas contra la histología (estándar de oro) en 27 molares y 31 premolares, evaluándose un total de 112 superficies (57 mesiales y 55 distales).

Según los resultados, los sistemas CCD y PSP detectaron 20 (6 en molares y 14 en premolares) y 22 (8 en molares y 14 en premolares) superficies con lesión cariosa en la mitad externa del esmalte, respectivamente y 16 (6 en molares y 10 en premolares) y 7 (2 en molares y 5 en premolares) superficies en la mitad interna del esmalte, respectivamente. Por otro lado, la histología detectó 44 (26 en molares y 18 en premolares) superficies con lesión cariosa en la mitad externa del esmalte y 34 (15 en molares y 19 en premolares) en la mitad interna. Los dos sistemas digitales han demostrado dificultades en la detección de lesiones cariosas

incipientes; sin embargo, presentaron mayor capacidad de detectar superficies sanas.

En la presente investigación se usaron receptores con distintos valores de resolución de imagen: 16 pl/mm del CCD y 20 pl/mm del PSP y no se halló diferencia significativa entre las detecciones de estos sistemas. Acorde con este resultado, Şenel et al.³⁹ al estudiar la exactitud de los sistemas CCD (Progeny Dental, con un tamaño de pixel de 22 x 22 µm y resolución de 23 pl/mm), PSP (Digora Optime, con tamaño de pixel de 40 x 40 µm y resolución de 12.5 pl/mm) y TCHC (ILUMA, 3D Imtec Imaging con un tamaño de voxel de 0.3 mm) en piezas permanentes, no encontró diferencias significativas entre estos sistemas. Además, Berkout et al.⁵ usaron sistemas de radiología digital con resoluciones ampliamente diferentes y evaluaron dos sistemas CCD: Planmeca FITTM con resolución estándar de 13 pl/mm y de alta resolución de 26 pl/mm y Gendex con resolución estándar de 11.4 pl/mm y alta resolución de 22.7 pl/mm. Además usaron los sistemas PSP: Dürr® VistaScan con 10 pl/mm y 20 pl/mm de alta resolución, y Digora Optime con 7.8 pl/mm de resolución estándar y 12.5 pl/mm de alta resolución. Compararon los resultados con la histología (estándar de oro) y encontraron que los sistemas CCD detectan correctamente la caries en dentina. Las lesiones de caries en esmalte y dentina fueron pobremente detectadas con el sistema PSP de Dürr® VistaScan a baja resolución, sin embargo; no se halló diferencia significativa entre las detecciones de lesiones cariosas de los distintos sistemas de radiología digital a alta y baja resolución. Es decir, la evolución tecnológica no influencia en la exactitud de la detección de estas lesiones.^{5,6,39,69}

La sensibilidad hallada en el presente estudio fue 0.35 para el sistema CCD y 0.31 para el sistema PSP, mientras que la especificidad fue 0.87 para ambos sistemas. Estos resultados concuerdan con estudios previos como Haiter-Neto et al.⁴⁶, quienes estudiaron los sistemas CMOS, CCD y PSP, entre ellos Sidexis de Sirona con una resolución de imagen de 39 x 39 pl/mm, el mismo que se usó en el presente estudio. Este sistema mostró una sensibilidad de 0.16 y una especificidad de 0.92 en la detección de lesiones cariosas no cavitadas. Por otro lado, Pontual et al.⁶ compararon la sensibilidad y especificidad de tres sistemas PSP frente a una placa convencional en la detección de lesiones cariosas en esmalte, encontraron también bajos valores de sensibilidad (0.14 – 0.16) y altos valores de especificidad (0.89 - 0.94). Con estos resultados se demuestra que la capacidad de detectar lesiones cariosas proximales no está relacionada directamente con el avance tecnológico del sistema digital; sin embargo un factor importante para la correcta detección de lesiones cariosas es la experiencia de los observadores.⁶⁹

La experiencia de los observadores juega un rol muy importante en la detección correcta de una lesión cariosa y por lo tanto en la diversidad de resultados de los estudios. Los más expertos, con una primera inspección visual, se enfocan en áreas de relevancia, mientras que los novatos sobre-estiman algunos detalles encontrados. Además, los observadores experimentados detectan correctamente la ausencia de “enfermedad” y en un tiempo menor que los novatos.⁶⁹

En la presente investigación se ha reportado valores de sensibilidad y especificidad tanto del sistema CCD como el PSP, así como los valores predictivos: VPP y VPN. El alto VPP encontrado demuestra que la probabilidad de diagnóstico de lesión cariosa es fiable. En el sistema CCD se halló que el 35%

(sensibilidad) fueron detectados como lesión cariosa y el 94% de este porcentaje (VPP) en verdad presenta la lesión. Por otro lado, el VPN fue bajo para ambos sistemas. En el sistema CCD se halló que 87% (especificidad) fueron detectados como libre de lesión cariosa, solo el 17% (VPN) de este porcentaje estuvieron en verdad libre de lesión. Valores semejantes se hallaron para el sistema PSP.

La importancia de estos valores predictivos radica en su relación con la prevalencia de la enfermedad. Una enfermedad con alta prevalencia, por lo general, tiene un alto VPP y un bajo VPN, mientras que la sensibilidad y especificidad no se ven afectadas por la prevalencia; si uno de estos valores asciende o desciende, el VPP no presentará modificación si la prevalencia es alta,⁷⁰ por lo que se sugiere confiar en estos valores predictivos y asociarlos con la prevalencia de la enfermedad en la población estudiada. La información brindada por estos valores, sobre todo por el VPP, es importante para la práctica clínica cotidiana de acuerdo al contexto en que se desarrolle la investigación.⁷¹

Lamentablemente, no existen estudios que reporten los valores predictivos.

En la curva ROC se observan todos los pares de sensibilidad y 1-especificidad resultantes del rango de resultados observados. En este gráfico se representan fácilmente la discriminación de las pruebas y permite compararlas visualmente.⁷²

El valor del área bajo la curva ROC (Valor Az) se relaciona directamente con la sensibilidad y 1-especificidad de las pruebas.⁷⁰ Por lo tanto, es importante no guiarse solo por la curva ROC, sino por los valores hallados de sensibilidad, especificidad, VPP y VPN, y asociarlos a la prevalencia de la caries dental en nuestro contexto.

En el presente estudio se hallaron valores de Az: 0.61 para el sistema CCD y 0,59 para el sistema PSP. Tomando en cuenta los estudios de Swets⁶⁷ ambos sensores tienen una baja exactitud en la detección de lesiones cariosas incipientes. Se han hallado resultados parecidos en los estudios de Krzyżostaniak et al.⁴⁷ y de Li et al.⁴² Krzyżostaniak et al. donde evaluaron piezas posteriores sin cavitación con el sistema de PSP Digora Optime (resolución de 12.5 pl/mm), un film convencional y un TCHC NewTom 3G, y hallaron valores Az de: 0.65, 0.66 y 0.63, respectivamente. Sin embargo, Li et al. al evaluar 3 sistemas de PSP a diferentes resoluciones, hallaron un valor Az de 0.60 para el PSP VistaScan con resolución de 10 pl/mm y 0.72 para el mismo sensor con resolución de 20 pl/mm. La discrepancia de los valores hallados radica en la condición de las piezas dentarias evaluadas. Mientras que en el presente estudio así como en el de Krzyżostaniak et al. se especifica que las piezas dentarias evaluadas no presentaban cavitación, Li et al. no especificaron la condición de las piezas estudiadas. Este vacío de la información impide la apropiada comparación de los resultados. Por otro lado, Şenel et al.³⁹ al estudiar piezas posteriores con film convencional, CCD Progeny Vision DX, PSP Digora Optime y TCHC ILUMA, hallaron valores Az de: 0.83, 0.86, 0.82 y 0.88, respectivamente. Estos resultados son numéricamente superiores debido a que las piezas estudiadas presentaban cavitación. Se concluye que a mayor profundidad de la lesión cariosa, mayor exactitud en la detección de las mismas.⁷³

Las radiografías detectan desde una pérdida mineral de 40%.² y conforme aumenta la pérdida mineral, aumenta la capacidad del observador en detectar la alteración, en otras palabras, a mayor pérdida mineral mejor concordancia en la detección de

la misma. Ömen et al.⁷³ estudiaron la relación de la profundidad de la lesión cariosa, medida con el estéreo microscopio (SM), con la cantidad de pérdida de calcio, con el paso de las horas, en lesiones cavitadas artificiales. En dicho estudio, la pérdida fue lenta en las primeras horas, pero con el paso del tiempo aumentó la pérdida de calcio y con ello la exactitud en la detección de las lesiones cariosas. Según los resultados de Ömen et al. se espera una mayor concordancia y exactitud en la detección de lesiones cariosas cuando es mayor la profundidad de las mismas. Este es el sustento por el cual en el estudio de Şenel et al. se hallaron valores Az numéricamente superiores a los encontrados en la presente investigación, en la que ninguna de las superficies estudiadas presentaron cavitación, solo lesiones de mancha blanca o marrón, ambas detectadas clínicamente.

La diferencia entre la lesión cariosa en esmalte con la de la dentina, radica en la composición de estos tejidos. El esmalte dentario presenta el 88% de minerales dentro de su composición, mientras que la dentina solo el 50%.⁴⁹ Las radiografías al detectar la lesión cariosa, lo hacen por la pérdida de minerales en esmalte y en dentina. La lesión cariosa proximal se hace evidente cuando la pérdida de minerales es suficiente para provocar contraste con los tejidos sanos adyacentes por la diferencia de densidades y cuando la angulación horizontal de la toma radiográfica es la correcta. Además, la detección es influenciada por la morfología y dimensiones buco-linguales de las piezas dentarias.⁷⁴ La remineralización del esmalte puede detener la lesión cariosa en su capa más externa pero ya se ha perdido la constitución de la matriz de colágeno de la dentina.⁷⁵ Por estos motivos

en el presente estudio se detectaron pocas lesiones cariosas limitadas a esmalte y según la histología estas lesiones eran más profundas, incluso en tejido dentinario. Teniendo en cuenta los estudios previamente mencionados, se concluye que, a pesar del avance de la tecnología que permite una mejor visualización de las imágenes digitales, no se encuentra mayor exactitud en la detección de lesiones cariosas usando estos dos sistemas: CCD o PSP. No se ha logrado una mayor exactitud en la detección de las lesiones cariosas siendo la caries dental la enfermedad más prevalente en la cavidad bucal y conociendo que el tiempo en el cual una lesión cariosa se puede hacer visible en esmalte es de hasta 4 años.⁷⁶ Como una alternativa, actualmente existen *softwares* que permiten analizar la escala de grises de estas lesiones para detectar más fielmente su profundidad.⁷⁷ En la presente investigación el estándar de oro fue la histología a través de la visualización por el SM. Ha quedado demostrado que esta técnica tiene la capacidad de determinar la profundidad de las lesiones cariosas. Kamburoğlu et al.⁵² demostraron que la histología y la micro tomografía tuvieron un coeficiente de correlación interclase (CCI) alto de 0.99. Realizaron un estudio para medir la exactitud y reproducibilidad de las mediciones de la profundidad de las lesiones cariosas oclusales en 21 dientes, se usaron las películas radiográficas, sistema CCD (Trophy, con una resolución de 10-15 pl/mm), TCHC, micro tomografía y se compararon con la histología. El CCI hallado entre la histología y el CCD fue 0.44 y entre la histología y la micro tomografía fue de 0.99. A pesar de que este estudio se realizó con lesiones cariosas oclusales, quedó comprobado que la histología como estándar de oro es acertada tanto como la micro tomografía.

En la micro tomografía se observa toda la superficie proximal; sin embargo, en la histología solo se tiene en cuenta un espesor (300 o 500 μm) y el resto del espécimen se pierde para el estudio histológico. Esta es una limitante si tomamos en cuenta que la profundidad de las lesiones cariosas no es uniforme en toda su extensión ⁷⁸ y que no se localizan siempre en la zona media proximal debido a la posición giroversada que ha podido tener en la arcada dentaria.

La radiología intraoral facilita la detección de las lesiones cariosas y es un complemento de la inspección visual la cual ha demostrado tener mayor sensibilidad que el método radiográfico y es capaz de determinar la severidad de la lesión. ⁷⁹ En muchas investigaciones se ha demostrado que la inspección visual tiene buena exactitud en la detección de lesiones cariosas. Esto mejora cuando se aplica una técnica de inspección validada, ⁷⁹ un buen ejemplo es el sistema ICDAS-II (International Caries Detection and Assessment System). Dulanto ⁷¹ en su investigación de validación de este sistema para la detección de lesiones cariosas proximales en esmalte respecto a la histología (SM) halló: 66.67% (0.67) de sensibilidad, 75.93% (0.76) de especificidad y 71.3 (0.71) de valor Az. Estos resultados son numéricamente mayores a los hallados en nuestro estudio en los sistemas CCD y PSP. Cabe recordar que, la aplicación clínica de este sistema o cualquier otro para detectar lesiones cariosas es en superficies proximales sin pieza adyacente o posterior a la separación dentaria temporal. ^{20,21,80} Hoskin & Veitz ⁸¹ hallaron que la sensibilidad del método visual para detectar lesiones cariosas en dentición permanente presenta valores de sensibilidad que fluctúan entre 0.27 y 0.77. Los valores bajos correspondieron a lesiones iniciales de caries dental. De esta revisión se concluye que la radiografía intraoral es importante

para detectar lesiones cariosas incipientes en superficies proximales aun cuando se presente un diente adyacente que imposibilite la detección visual de la misma.²⁶

En nuestro contexto latinoamericano, que presenta una alta prevalencia de caries dental,⁸² es necesario el uso de una técnica coadyuvante a la radiología digital intraoral para la detección de las lesiones iniciales, y así aplicar un tratamiento preventivo o terapéutico.⁸³

Es importante recordar que todo avance e innovación tecnológica que se realice para el diseño o mejoramiento de herramientas diagnósticas debe tener como objetivo mejorar la calidad de vida del paciente y disminuir la prevalencia de la caries dental en la población. La TCHC es la técnica imagenológica que más ha evolucionado tecnológicamente; se han realizado estudios respecto a su capacidad diagnóstica. Krzyżostaniak et al. demostraron que la TCHC presenta una exactitud aceptable (valor Az de 0.63) al evaluar lesiones cariosas proximales incipientes,⁴⁷ por otro lado, Şenel et al. encontraron una exactitud numéricamente superior (valor Az de 0.82) al evaluar lesión cariosas proximales cavitadas.³⁹

Muchos clínicos usan las radiografías intraorales para detectar lesiones cariosas, conocer su profundidad y observar su progresión con el paso del tiempo. Sin embargo, los resultados hallados en este estudio sugieren emplear un método adicional para realizar un buen diagnóstico de la enfermedad teniendo en cuenta los factores asociados. Adicionalmente, es imprescindible conocer los datos actuales de la prevalencia e incidencia de caries dental en nuestra población para planificar los tipos de servicios dentales requeridos y aplicar tratamientos preventivos a la población que lo necesita.⁸³

X. Conclusiones

1. Los sistemas CCD y PSP son válidos para la detección de lesiones cariosas proximales incipientes.
2. Los valores porcentuales en la detección de lesiones de caries proximal incipiente fueron de 32.11% con el CCD, 25.89% con el PSP y 69.65% con la histología.
3. La sensibilidad del sistema CCD fue 0.35 y del sistema de PSP fue 0.31. La especificidad de ambos sistemas fue 0.87.
4. El VPP fue 0.94 para ambos y el VPN fue 0.17 para el sistema CCD y 0.16 para el sistema PSP.
5. El valor Az del sistema CCD fue 0.61 y del sistema PSP fue 0.59. No se halló diferencia estadísticamente significativa entre estos valores Az.
6. Ambos sistemas de radiología digital presentan mejor capacidad para la detección de superficies sanas, pero una baja exactitud para detectar lesiones cariosas proximales incipientes.

XI. Recomendaciones

1. Realizar el mismo estudio usando un mayor número muestral y un mayor número de observadores.
2. Mejorar las condiciones de realización de futuros proyectos que requieran especímenes dentarios.
3. Usar los resultados de esta investigación para cambiar la actitud de odontólogos frente a la detección de lesiones cariosas proximales incipientes.

XII. Referencias bibliográficas

1. OMS. Informe sobre el problema mundial de las enfermedades bucodentales. OMS; 2004. [Consultado: 06 de diciembre del 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr15/es/>
2. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: Principles and interpretation. 7ma ed. Missouri: Elsevier Science; 2014.
3. Calderón V, Henostroza G. La radiología en el diagnóstico de caries dental. En: Henostroza G. Caries dental. Principios y procedimientos para el diagnóstico. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2007. P.127-139.
4. Şenel B, Kamburoğlu K, Üçok O, Yüksel SP, Özen T, Avsever H. Diagnostic accuracy of different imaging modalities in detection of proximal caries. Dentomaxillofac Radiol. 2010; 39:501-11.
5. Berkhout WER, Verheij JGC, Syriopoulos K, Li G, Sanderink GCH, van der Stelt PF. Detection of proximal caries with high-resolution and standard resolution digital radiographic systems. Dentomaxillofac Radiol. 2007;36(4): 204–10.
6. Pontual AA, de Melo DP, de Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter-Neto F. Comparison of digital system and conventional dental film for the detection of approximal enamel caries. Dentomaxillofac Radiol; 2010;39(7):431-6.

7. Haak R, Wicht MJ, Noack MJ. Conventional, digital and contrast enhanced bite wing radiographs in the decision to restore approximal carious lesions. *Caries Res.*2001; 35(3):193-9.
8. Sheiman A, James WP. Diet and dental caries: the pivotal role of free sugars reemphasized. *J Dent Res.* 2015;94 (10);1341-7.
9. González S, González N, González N. Salud dental: relación entre la caries dental y el consumo de alimentos. *Nutr. Hosp.* 2013; 28 (4): 64-71.
10. Fejerskov O, Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res.* 2004; 38(3):182-91.
11. Kidd EAM, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res.* 2004; (Spec Iss C):C35-8.
12. Marsh PD. Ecological approaches to oral biofilms: control without killing. *Caries Res.* 2015; 49 (Suppl 1):46-54.
13. Wolff MS, Larson Ch. The cariogenic dental biofilm: good, bad or just something to control? *Braz Oral Res.* 2009; 23 (Spec Iss 1):31-8.
14. Featherstone JDB. Dental caries: a dynamic disease process. *Aus Dent J.* 2008; 53: 286-91.
15. Zero DM, Dental caries process. En: Wefel JS, Donly KJ (editores). *Cariology.* Philadelphia: WB Saunders Company. 1999. (Dent Clin North Am; 43).
16. Pitts NB, Rimmer PA. An in vivo comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Res.*1992; 3(26):146-52.

17. Down FJ. Saliva and dental caries. *Dent Clin North Am.* 1990;43 (4):579-97.
18. Nyvad B. Diagnosis versus detection of caries. *Caries Res.* 2004; 38(3):192-8.
19. Baelum V. What is an appropriate caries diagnosis? *Acta Odont Scand.* 2010; 68(2): 65-79.
20. Manton DJ. Diagnosis of early caries lesion. *Aust Dent J.* 2013; 58(Suppl 1):35-9.
21. Braga M, Mendes F, Ekstrand K. Detection activity assessment and diagnosis of dental caries lesions. *Dent Clin North Am.* 2010;54(3): 479-93.
22. Jablonski-Momeni A, Stachniss V, Ricketts DN, Heinzl-Gutenbrunner M, Pieper K. Reproducibility and accuracy of the ICDAS II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res.* 2008; 42(2):79-87.
23. Dávalos VMV. Historia de la Radiología. *Rev. Act Clin Med* [revista en la Internet]. [consultado: 06 de diciembre del 2016]. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682013001000001&lng=es.
24. Isaacson KG, Thom AR, Horner K, Whaites E. Guidelines for the use of radiographs in clinical orthodontics. 3ra ed. London: British Orthodontic Society; 2008.
25. Espelid I, Tveit A.B. Radiographic Diagnosis of mineral loss in approximal enamel. *Caries Res.* 1984;18(2):141-8.

26. Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res.* 2004; 83(Spec Iss C):C72-5.
27. Whaites E. Principios de radiología odontológica. 4ª ed. Barcelona: Masson; 2008.
28. Brown P, Nicolini S, Onetto JE. Caries. 1ª ed. Viña del Mar: Universidad de Valparaíso; 1991.
29. Thylstrup A, Fejerskov O. Caries. 1ª ed. Barcelona: Doyma; 1987.
30. Akdeniz G, Grondahl G, Magnusson B. Accuracy of proximal caries depth measurements: comparison between limited cone beam computed tomography, storage phosphor and film radiography. *Caries Res.* 2006;40(3):202-7.
31. Khan EA, Tyndall DA, Caplan D. Extraoral imaging for proximal caries detection: Bitewings vs scanogram. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(6):730-7.
32. Wenzel A, Pitts NB, Verdonschot EH, Kalsbeek H. Developments in radiographic caries diagnosis. *J Dent.* 1993;(21):131-40.
33. Wenzel A. Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 1998;27(1): 3-11.
34. Tyndall DA, Rathore S. Cone Beam- CT Diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment and endodontic applications. *Dent Clin North Am.* 2008; 52(4):825-41.
35. Analui M, Stookey GK. Direct digital radiography for caries detection and analysis. *Mongr Oral Sci.* 2000;17:1-19.

36. Mol A. Imaging methods in periodontology. *Periodontol* 2000. 2004;34:34-48.
37. Barbieri P, Flores G, Escribano B, Discepoli N. Actualización en radiología dental. Radiología convencional vs digital. *Av Odontoestomatol*. 2006; 22 (2):131-9.
38. Wenzel A, Pitts N, Verdonschot EH, Kalsbeek H. Developments in radiographic caries diagnosis. *J Dent*. 1993;21(3):131-40.
39. Şenel B, Kamburoglu K, Uçok, Yüksel SP, Avsever H. Diagnostic accuracy of different imaging modalities in detection of proximal caries. *Dentomaxillofac Radiol*. 2010; 39(8): 501-11.
40. Moystad A, Svanaes DB, Risnes S, Larheim TA, Gröndahl HG. Detection of approximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental X-ray film. *Dentomaxillofac Radiol*. 1996; 25(4): 202-6.
41. Farman TT, Farman AG. A comparison of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005; 99:485-9.
42. Li G, Berkhout WER, Sanderink GC, Martins M, van der Stelt PF. Detection of in vitro proximal caries in storage phosphor plate radiographs scanned with different resolutions. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(6):325-9.
43. Fanning B. CBCT- The justification process, audit and review of the recent literature. *J Ir Dent Assoc*. 2011; 57(5):256-61.

44. Young SM, Lee JT, Hodges RJ, Chang TL, Elashoff DA, White SC. A comparative study of high resolution cone beam computed tomography and charge coupled device sensors for detecting caries. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009; 38(7):445-51.
45. Wenzel A, Kirkevang L-L. High resolution charge-coupled device sensor vs. medium resolution photostimulable phosphor plate digital receptors for detection of root fractures in vitro. *Dent Traumatol.* 2005;21(1):32-5.
46. Haiter-Neto F, Pontual AA, Frydenberg M, Wenzel A. Detection of non-cavitated approximal caries lesions in digital images from seven solid-state receptors with particular focus on task-specific filters. An ex vivo study in human teeth. *Clin Oral Invest.* 2008;12:217-23.
47. Krzyżostaniak 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 noncavitated caries. *Clin Oral Invest.* 2015;19(3):667-72.
48. Pitts NB. Systems for grading approximal carious lesions and overlaps diagnosed from bitewing radiographs. Proposal for future standardizations. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1984;12:114-22.
49. Ten Cate A. *Histología Oral.* 2da. Ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1986.
50. Fejerskov O, Thylstrup A. *Patología de la caries dental.* En: Thylstrup A, Fejerskov O, (editores). *Caries.* Barcelona: Ediciones Doyma; 1988.
51. Marya CM. *A Textbook of Public Health Dentistry.* 1era ed. New Delhi: Brothers Medical Publishers; 2011.

52. Rajendran R, Sivapathasundharam B. Shafer's textbook of oral pathology. 6ta ed. New Delhi: Elsevier; 2009.
53. Hidalgo R. Las metaloproteinasas y el progreso de la lesión cariosa en dentina. RevEstomatol Herediana. 2006; 16 (1):64-72.
54. Kamburoğlu K, Kurt H, Kolsuz, Öztaş, Tatar İ, Çelik H. Occlusal caries depth measurements obtained by five different imaging modalities. 2011; 24(5):804-13.
55. Bosh JJ, Angmar-Mansson B. Characterization and validation of diagnostic methods. Monogr Oral Sci. 2000;17:174-89.
56. Medina M. Generalidades de las pruebas diagnósticas, y su utilidad en la toma de decisiones médicas. RevColombPsiquiat. 2011;40 (4):787-97.
57. Cerda J, Cifuentes L. Uso de curvas ROC en investigación clínica. Aspectos teóricos-prácticos. Rev Chi Infect. 2012; 29 (2):138-41.
58. López de Ullibarri GI, Pita FS. Curvas ROC. Cad Aten Primaria. 1998; 5 (4): 229-35.
59. Ministerio de Salud. Prevalencia de caries dental, fluorosis del esmalte y urgencia de tratamiento en escolares de 6 a 8, 10, 12 y 15 años, Perú. 2001- 2002. 2005.
60. Vanderas A, Manetas C, Koulatzidou M, Papagiannoulis L. Progression of proximal caries in the mixed dentition: a 4-year prospective study. Pediatr Dent.2003;25(3):229-34.
61. Pita S. Determinación del tamaño muestral. Cad Aten Primaria. 1996; 3:138-44.

62. Moreno T, Guevara C, Morales V, Feres R, Resende do C, Miranda Ch. Uso de dientes humanos en la enseñanza odontológica: Aspectos éticos, legales y de bioseguridad. Act Odont Venezolana. 2012; 50 (2). [Consultado: 06 de diciembre del 2016]. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/2/art11.asp>
63. Dominici, JT, Eleazer, PD, Clark, SJ, Staat, RH, Scheetz, JP. Disinfection/sterilization of extracted teeth for dental student use. J Dent Educ. 2001; 65(11): 1278-80.
64. Rivas R. Notas para el estudio de Endodoncia. México D.F.: Universidad Autónoma de México. 2013. [Consultado:06 de diciembre del 2016]. Disponible en: <http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/NOTAS/Notas6Histologia/anamedidas.html>
65. Petersen PE, Baez RJ, World Health Organization. Oral health surveys: basic methods. 2013.
66. Fleiss JL, Fishman SL, Chilton NW, Park MH. Reliability of discrete measurements in caries trials. Caries Res.1979;13(1):23-31.
67. Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. Science 1988; 240 (4857): 1285-93.
68. DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. Biometrics 1988; 44(3): 837-45.
69. Cooper L. et al., 2009. Radiology image perception and observer performance: how does expertise and clinical information alter

- interpretation? Stroke detection explored through eye-tracking. IN: Sahiner B. & Manning DJ. (eds.). Medical Imaging 2009: Image Perception, observer performance and technology assessment. Proceedings of SPIE, Vol. 7263, 72630K, 12 pp.
70. Ruiz de Adana P. Eficacia de una prueba diagnóstica: parámetros utilizados en el estudio de un test. 2009; 1. [Consultado: 06 de diciembre del 2016]. Disponible en: http://www.jano.es/ficheros/sumarios/1/0/1736/30/00300032_LR.pdf
71. Dulanto JA. Validación histológica *in vitro* de ICDAS-II y Micro-CT para la detección de lesiones de caries proximales y oclusales. Tesis Máster. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2015.
72. Burgueño MJ, García-Bastos JL, González-Buitrago JM. Las curvas ROC en la evaluación de las pruebas diagnósticas. Med Clin: 1995; 104: 661-70.
73. Ömen E, Baksi BG, Söğüt Ö, Mert A. Diagnostic accuracy of proximal enamel subsurface demineralization and its relationship with calcium loss depth. Dentomaxillofac Radiol. 2012;41:285-93.
74. Eli I, Weiss EI, Tzothar A, Littner MM, Gelernter I, Kaffe I. Interpretation of bitewing radiographs. Part 1. Evaluation of the presence of approximal lesions. J Dent. 1996; 24 (6):379-83.
75. Takahashi N, Nyvad B. Ecological hypothesis of dentin and root caries. Caries Res. 2016; 50(4): 422-31.

76. Pitts NB. Monitoring of caries progression in permanent and primary posterior approximal enamel by bitewing radiography. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1983; 11(4):228-35.
77. Valizadeh S, Goodini M, Ehsani S, Mohseni H, Azimi F, Bakhshandeh H. Designing of a computer software for detection of approximal caries in posterior teeth. *Iran J Radiol.* 2015; 5; 12(4):e16242.
78. Khan MA. Short hand book of operative dentistry: Concise approach to operative dentistry. Khan MA; 2014.
79. Gimenez T et al. Visual Inspection for Caries Detection: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res.* 2015; 94(7):895-904.
80. Rimmer PA, Pitts N. Temporary elective tooth separation as a diagnostic aid in general dental practice. *Br Dent J.* 1990; 169(3-4):87-92.
81. Hoskin ER, Keenan AV. Can we trust visual methods alone for detecting caries in teeth? *Evid Based Dent.* 2016; 17(2):41-2.
82. Martins S et al. Epidemiología de la caries dental en américa latina. *Rev Odontoped Latinoamericana.* 2014; 4 (2). [Consultado el 06 de diciembre del 2016]. Disponible en: <http://www.revistaodontopediatria.org/ediciones/2014/2/art-4/#>
83. Sheiham A, Sabbah W. Using universal patterns of caries for planning and evaluating dental care. *Caries Res.* 2010; 44 (2):141-50.

Tabla 1. Distribución de frecuencias en la detección de lesión de caries proximal según el sistema de radiología digital, diente y superficie evaluada. Lima, 2016.

MÉTODOS			DETECCIÓN RADIOGRÁFICA DE LA CARIES DENTAL									
			R0		R1		R2		R3		R4	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HISTOLÓGICO	Diente	Premolar	9	8.04	18	16.07	19	16.96	10	8.93	5	4.46
		Molar	6	5.36	26	23.21	15	13.39	2	1.79	2	1.79
	Superficie	Mesial	6	5.36	22	19.64	22	19.64	4	3.57	3	2.68
		Distal	9	8.04	22	19.64	12	10.71	8	7.14	4	3.57
Total			15	13.39	44	39.29	34	30.36	12	10.71	7	6.25
Sistema CCD	Diente	Premolar	37	33.04	14	12.50	10	8.93	0	0.00	0	0.00
		Molar	39	34.82	6	5.36	6	5.36	0	0.00	0	0.00
	Superficie	Mesial	36	32.14	14	12.50	7	6.25	0	0.00	0	0.00
		Distal	40	35.71	6	5.36	9	8.04	0	0.00	0	0.00
Total			76	67.86	20	17.86	16	14.29	0	0.00	0	0.00
Sistema PSP	Diente	Premolar	41	36.61	14	12.50	5	4.46	1	0.89	0	0.00
		Molar	39	34.82	8	7.14	2	1.79	1	0.89	1	0.89
	Superficie	Mesial	42	37.50	9	8.04	5	4.46	0	0.00	1	0.89
		Distal	38	33.93	13	11.61	2	1.79	2	1.79	0	0.00
Total			80	71.43	22	19.64	7	6.25	2	1.79	1	0.89

R0: Sano.

R1: Lesión en la mitad externa del esmalte.

R2: Lesión en la mitad interna del esmalte.

R3: Lesión en la mitad externa de la dentina.

R4: Lesión en la mitad interna de la dentina.

n: Frecuencia absoluta.

#: Frecuencia relativa.

Tabla 2. Concordancia en la detección de lesión de caries proximal con el sistema CCD y el sistema PSP respecto a la evaluación histológica. Lima, 2016.

SISTEMAS			DETECCIÓN RADIOGRÁFICA DE LA CARIES DENTAL																				Kappa	
			R0		R1		R2		R3		R4													
			C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC												
			n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	N	%	n	%	n	%	n	%	Valor	p		
CCD	Diente	Premolar	7	46.67	2	13.33	5	11.36	13	29.55	3	8.82	16	47.06	0	0.00	10	83.33	0	0.00	5	71.43	0.05	0.41
		Molar	6	40.00	0	0.00	2	4.55	24	54.55	2	5.88	13	38.24	0	0.00	2	16.67	0	0.00	2	28.57	0.01	0.78
	Superficie	Mesial	6	40.00	0	0.00	6	13.64	16	36.36	2	5.88	20	58.82	0	0.00	4	33.33	0	0.00	3	42.86	0.05	0.42
		Distal	7	46.67	2	13.33	1	2.27	21	47.73	3	8.82	9	26.47	0	0.00	8	66.67	0	0.00	4	57.14	<0.01	0.97
Total			13	86.67	2	13.33	7	15.91	37	84.09	5	14.71	29	85.29	0	0.00	12	100.00	0	0.00	7	100.00	0.02	0.55
PSP	Diente	Premolar	7	46.67	2	13.33	4	9.09	14	31.82	1	2.94	18	52.94	0	0.00	10	83.33	0	0.00	5	71.43	<0.01	0.97
		Molar	6	40.00	0	0.00	4	9.09	22	50.00	1	2.94	14	41.18	1	8.33	1	8.33	0	0.00	2	28.57	0.06	0.19
	Superficie	Mesial	6	40.00	0	0.00	4	9.09	18	40.91	2	5.88	20	58.82	0	0.00	4	33.33	0	0.00	3	42.86	0.05	0.35
		Distal	7	46.67	2	13.33	4	9.09	18	40.91	0	0.00	12	35.29	1	8.33	7	58.33	0	0.00	4	57.14	<0.01	0.95
Total			13	86.67	2	13.33	8	18.18	36	81.82	2	5.88	32	94.12	1	8.33	11	91.67	0	0.00	7	100.00	0.03	0.50

R0: Sano.

R1: Lesión en la mitad externa del esmalte.

R2: Lesión en la mitad interna del esmalte.

R3: Lesión en la mitad externa de la dentina.

R4: Lesión en la mitad interna de la dentina.

C: Concordancia.

NC: No concordancia.

n: Frecuencia absoluta.

#: Frecuencia relativa.

Kappa: Prueba de concordancia de Kappa.

p: Nivel de significancia estadística.

Tabla 3a. Sensibilidad y especificidad del sistema CCD en la detección de lesión de caries proximal según diente y superficie evaluada. Lima, 2016.

			HISTOLOGÍA						Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Exactitud
			Caries		No caries		Total						
			n	%	n	%	n	%					
Diente	Premolar	Caries	22	19.64	2	1.79	24	39.34	0.42	0.78	0.92	0.19	0.48
		No caries	30	26.79	7	6.25	37	60.66					
		Total	52	85.25	9	14.75	61	100.00					
	Molar	Caries	12	10.71	0	0.00	12	23.53	0.27	1.00	1.00	0.15	0.35
		No caries	33	29.46	6	5.36	39	76.47					
		Total	45	88.24	6	11.76	51	100.00					
Superficie	Mesial	Caries	21	18.75	0	0.00	21	36.84	0.41	1.00	1.00	0.17	0.47
		No caries	30	26.79	6	5.36	36	63.16					
		Total	51	89.47	6	10.53	57	100.00					
	Distal	Caries	13	11.61	2	1.79	15	27.27	0.28	0.78	0.87	0.18	0.36
		No caries	33	29.46	7	6.25	40	72.73					
		Total	46	83.64	9	16.36	55	100.00					
Total		Caries	34	30.36	2	1.79	36	32.14	0.35	0.87	0.94	0.17	0.42
		No caries	63	56.25	13	11.61	76	67.86					
		Total	97	86.61	15	13.39	112	100.00					

n: Frecuencia absoluta.

%; Frecuencia relativa.

VPP: Valor predictivo positivo.

VPN: Valor predictivo negativo.

Tabla 3b. Sensibilidad y especificidad del sistema PSP en la detección de lesión de caries proximal según diente y superficie evaluada. Lima, 2016.

			HISTOLOGÍA						Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Exactitud
			Caries		No caries		Total						
			n	%	n	%	n	%					
Diente	Premolar	Caries	18	16.07	2	1.79	20	32.79	0.35	0.78	0.90	0.17	0.41
		No caries	34	30.36	7	6.25	41	67.21					
		Total	52	85.25	9	14.75	61	100.00					
	Molar	Caries	12	10.71	0	0.00	12	23.53	0.27	1.00	1.00	0.15	0.35
		No caries	33	29.46	6	5.36	39	76.47					
		Total	45	88.24	6	11.76	51	100.00					
Superficie	Mesial	Caries	15	13.39	0	0.00	15	26.32	0.29	1.00	1.00	0.14	0.37
		No caries	36	32.14	6	5.36	42	73.68					
		Total	51	89.47	6	10.53	57	100.00					
	Distal	Caries	15	13.39	2	1.79	17	30.91	0.33	0.78	0.88	0.18	0.40
		No caries	31	27.68	7	6.25	38	69.09					
		Total	46	83.64	9	16.36	55	100.00					
Total	Caries	30	26.79	2	1.79	32	28.57	0.31	0.87	0.94	0.16	0.38	
	No caries	67	59.82	13	11.61	80	71.43						
	Total	97	86.61	15	13.39	112	100.00						

n: Frecuencia absoluta.

%: Frecuencia relativa.

VPP: Valor predictivo positivo.

VPN: Valor predictivo negativo.

Tabla 4. Valor Az de los sistemas de radiología digital según diente y superficie evaluada en la detección de caries proximal. Lima, 2016.

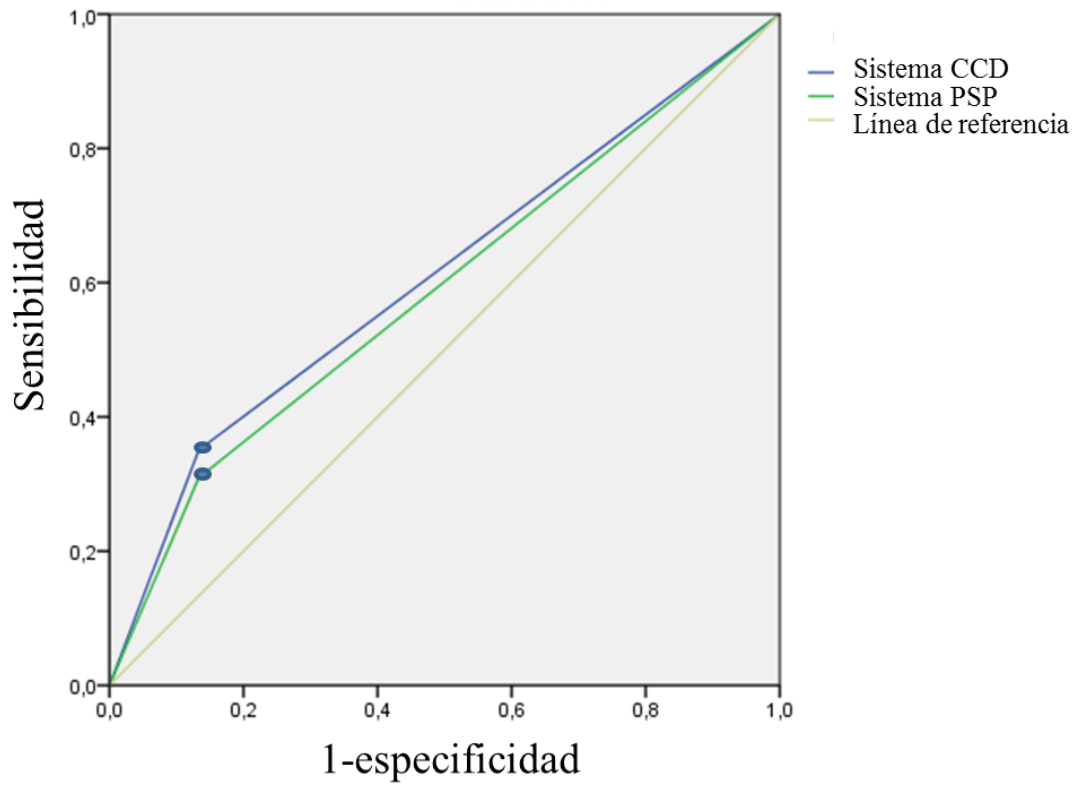
		SISTEMA	Az	IC 95%	ES
Diente	Premolar	CCD	0.60	0.44 - 0.76	0.08
		PSP	0.56	0.40 - 0.72	0.08
	Molar	CCD	0.63	0.57 - 0.70	0.03
		PSP	0.63	0.57 - 0.70	0.03
Superficie	Mesial	CCD	0.71	0.64 - 0.77	0.03
		PSP	0.65	0.58 - 0.71	0.03
	Distal	CCD	0.53	0.37 - 0.69	0.08
		PSP	0.55	0.39 - 0.71	0.08
Total		CCD	0.61	0.51 - 0.71	0.05
		PSP	0.59	0.49 - 0.69	0.05

Az: Área debajo de la curva.

IC 95%: intervalo de confianza al 95%.

ES: Error estándar.

*: Prueba de DeLong: premolares (p=0.74), molares (p=1.00), mesial (p=0.21), distal (p=0.85) y total (p=0.78).



95% de intervalo de confianza asintótico

Gráfico 1. Curva ROC de los sistemas de radiología digital en la detección de lesión cariosa proximal. Lima, 2016.

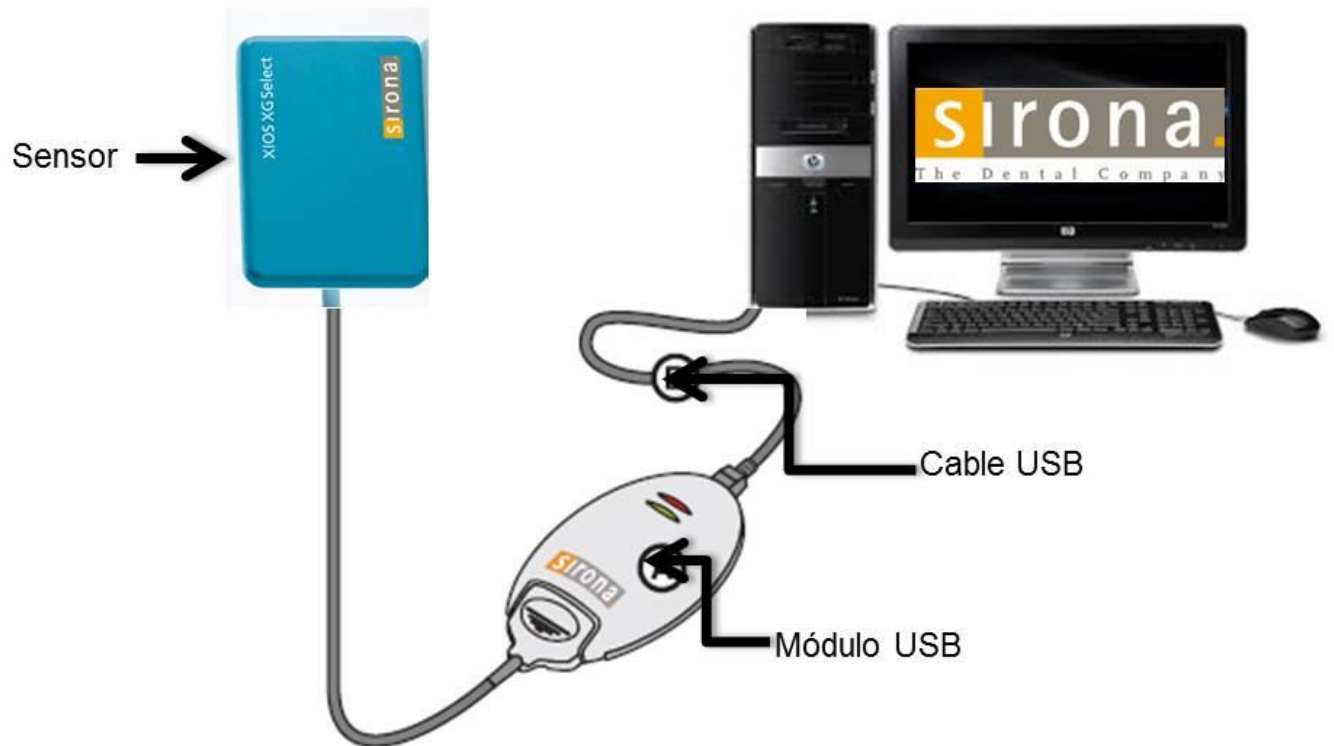


Figura 1. Sistema de radiología digital: Dispositivo de carga acoplada (CCD)



Figura 3. Sistema de radiología digital directa: Placa de fósforo fotoestimulable (PSP)



a.



b.

Figura 3. Maqueta de estudio. a. Vista oclusal. b. Vista frontal



Figura 4. Radiografía adquirida con el dispositivo de carga acoplada (CCD).



Figura 5. Radiografía adquirida con la placa de fósforo foto-estimulable (PSP)

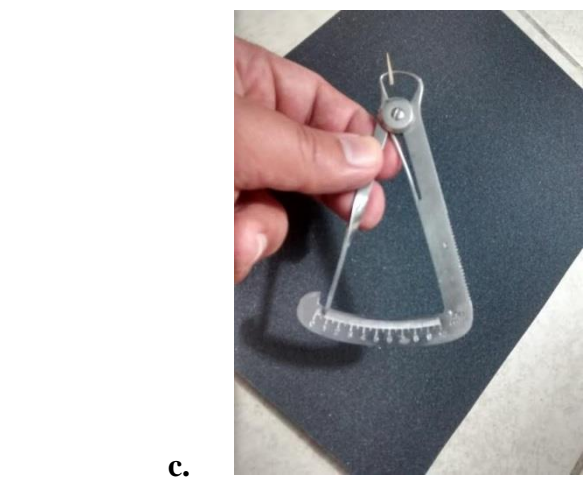


Figura 6. Procesamiento de los especímenes. a y b. Seccionamientos de los especímenes. c. Medición de 500 μm de cada espécimen.



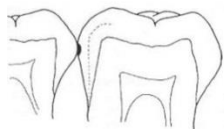
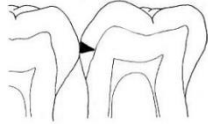
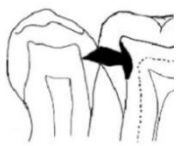
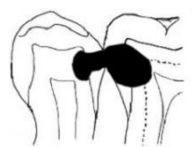
Figura 7. Corte histológico del diente de las Figuras 4 y 5.

ANEXOS

ANEXO 1

CLASIFICACION DE LA PROFUNDIDAD DE LAS LESIONES CARIOSAS

PROXIMALES

CÓDIGO	SIGNO RADIOGRÁFICO
R0	Sana
R1	Lesión en la mitad externa del esmalte. 
R2	Lesión en la mitad interna del esmalte. 
R3	Lesión en la mitad externa de la dentina. 
R4	Lesión en la mitad interna de la dentina. 

ANEXO 2

APROBACIÓN DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
Vicerrectorado de Investigación
Dirección Universitaria de Investigación,
Ciencia y Tecnología (DUICT)

CONSTANCIA 594-26-15

El Presidente del Comité Institucional de Ética (CIE) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité de Ética, bajo la categoría de revisión **EXENTA**. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : "Validez diagnóstica de radiografías digitales adquiridas con dispositivo de carga acoplada y placa de fósforo foto-estimulable en la detección de lesiones de caries proximal incipiente: estudio in vitro."

Código de inscripción : 64972

Investigador principal : Trevejo Bocanegra, Ana Paola

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. **Protocolo de investigación**, versión recibida en fecha 05 de octubre del 2015.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos Científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la Confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de **EXENTO** es otorgado al proyecto por un periodo de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador esta exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y solo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **14 de diciembre del 2020**.

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 15 de diciembre del 2015.


Dra. Frine Samalvides Cuba
Presidenta
Comité Institucional de Ética en Investigación



/imr

ANEXO 3

AUTORIZACION AL JEFE DEL AREA OPERATIVA PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

CAR-DAMCIBUM-FE-282-2015

Lima, 24 de agosto de 2015

Doctora
Ana Trevejo Bocanegra
Docente
Departamento Académico de Medicina y
Cirugía Bucomaxilofacial
Presente.-

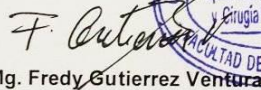
De mi consideración:

En atención a su carta de fecha 17 de agosto de 2015, comunico a usted que está autorizada para realizar tomas radiográficas de los especímenes existentes en el Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial, Servicio de Patología, con la finalidad de realizar su trabajo de investigación titulado: "Validez diagnóstica de radiografías digitales adquiridas con dispositivo de carga acoplada y placa de fósforo fotoestimulable en la detección de lesiones de caries proximal incipiente: estudio in vitro".

Debo manifestar a usted, que este trabajo, sólo debe ejecutarse en los mencionados Servicios, bajo la coordinación del Dr. Víctor Calderón, Jefe del Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial y Dra. Sonia Sacsquispe, Jefe de la Sección de Medicina Bucomaxilofacial, respectivamente.

Agradezco su amable atención.

Atentamente,


Mg. Fredy Gutiérrez Ventura

Jefe
Departamento Académico de Medicina y
Cirugía Bucomaxilofacial

c.c. - Dra. Sonia Sacsquispe, Jefe Sección Medicina BM.
- Dr. Víctor Calderón, Jefe Serv. Radiología Oral y MF.
- Sáenz Hernández - Téc. Laboratorio Pat. Oral

FGV/aa.

ANEXO 4

AUTORIZACIÓN DEL COORDINADOR EJECUTIVO DE LA UNIDAD DE RECURSO HUMANO, TÉCNICO Y AUXILIAR



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
Unidad de Recurso Humano Técnico y Auxiliar - URHTA

CAR-URHTA-FE-072-2016.

Lima, 16 de Marzo de 2016.


Doctora
Ana Trevejo Bocanegra
Docente
Departamento Académico de
Medicina y Cirugía Bucomaxilofacial
Presente.-

Me es grato dirigirme a usted para saludarla y en respuesta a su solicitud, se autoriza el ingreso a las instalaciones del Laboratorio Dental.

Así mismo, se está realizando las coordinaciones con el personal de Vigilancia.

Atentamente,

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA
Facultad de Estomatología


Dr. José Luis Velásquez Sánchez
COORDINADOR EJECUTIVO
Unidad de Recurso Humano
Técnico y Auxiliar



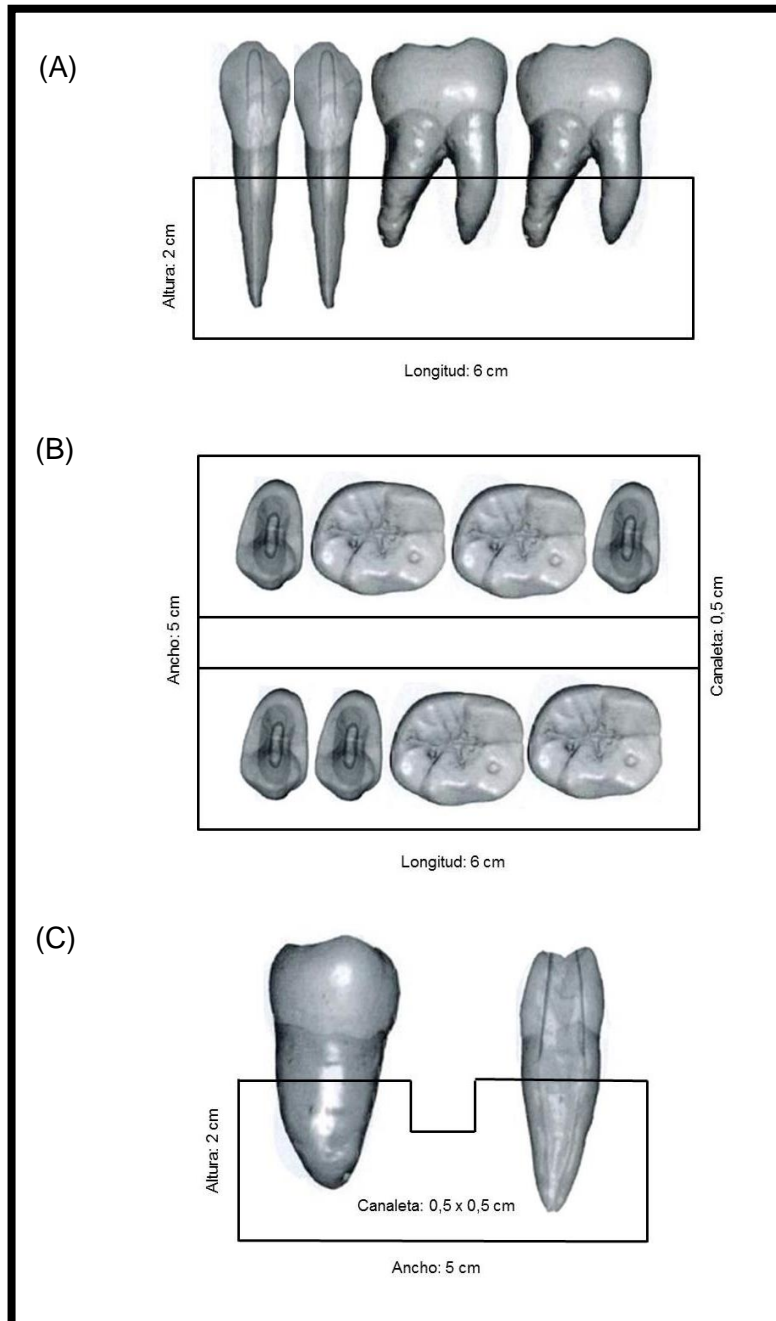
ANEXO 5

CODIFICACION DE CARIES DENTAL DE LA CORONA DE DIENTES PERMANENTES (OMS)

CODIGO	CONDICIÓN
0	Sano
1	Caries
2	Obturado, con caries
3	Obturado, sin caries
4	Falta de tejido por caries
5	Falta de tejido por otra razón
6	Sellante de fisura
7	Corona protésica, carilla o implante
8	Diente no erupcionado, raíz no expuesta
9	No registrado

ANEXO 6

ESQUEMA DE MAQUETA DE ESTUDIO



(A) Visión frontal, (B) Visión superior, (C) Visión lateral. Longitud de 6 cm, un alto de 2cm y un ancho de 5 cm. Elaboración propia.

ANEXO 7

ESCALA DE LANDIS Y KOCH DE LOS VALORES KAPPA

< 0.40	Pobre reproducibilidad
0.41 - 0.60	Moderada reproducibilidad
0.61 - 0.80	Buena reproducibilidad
0.81 - 1.00	Excelente a casi perfecta reproducibilidad

ANEXO 8

COEFICIENTES DE KAPPA INTRA OBSERVADOR POR SISTEMA DE RADIOLOGÍA DIGITAL EN LA DETECCIÓN DE LESIÓN DE CARIES PROXIMAL INCIPIENTE, LIMA, 2016.

	Kappa (DS)
Sensor CCD	0.864(0.930)
Sensor PSP	1(0)

DS: Desviación estándar.

ANEXO 9

COEFICIENTES DE KAPPA INTEROBSERVADOR POR SISTEMA DE RADIOLOGÍA DIGITAL EN LA DETECCIÓN DE LESIÓN DE CARIES PROXIMAL INCIPIENTE, LIMA, 2016.

	Kappa (DS)
Sensor CCD	0.856 (0.990)
Sensor PSP	0.853 (0.100)

DS: Desviación estándar.

ANEXO 10

FICHA DE REGISTRO

N° DIENTE	DIENTE	SUPERFICIE	CCD EXA 1	CCD EXA 2	PSP EXA 1	PSP EXA 2	HISTOLOGÍA

DIENTE

1	MOLAR
2	PREMOLAR

SUPERFICIE

1	MESIAL
2	DISTAL

LESIÓN CARIOSAS

0	R0
1	R1
2	R2
3	R3
4	R4

