

**ARTÍCULO DE REVISIÓN**

Online ISSN: 2665-0193

Print ISSN: 1315-2823

Utilidad diagnóstica de las técnicas radiográficas y por imágenes para la evaluación de la condición periodontal en pacientes con evidencia clínica de periodontitis**Diagnostic utility of radiographic and imaging techniques for the evaluation of the periodontal condition in patients with clinical evidence of periodontitis**Chong Mee¹, Quevedo Maira², Giménez Xiomara³, Martínez Juan⁴, Lugo Gredy⁵

¹Odontólogo. Profesor Asistente, Unidad Curricular Radiología Dentomaxilofacial. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. ²Doctora en Ciencias Odontológicas. Profesor titular, Unidad Curricular Radiología Dentomaxilofacial. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. ³Doctora en Odontología. Profesor Titular, Cátedra de Periodoncia. Universidad Central de Venezuela. Distrito Capital, Venezuela. ⁴Especialista en Cirugía Bucal. Profesor Agregado, Cátedra de Radiología. Universidad Central de Venezuela. Distrito Capital, Venezuela. ⁵Doctora en Innovaciones Educativas. Profesor Asociado, Cátedra de Periodoncia. Universidad Central de Venezuela. Distrito Capital, Venezuela.

meelyn_chong25@hotmail.com

Recibido 03/10/2022
Aceptado 18/11/2022

Resumen

La periodontitis es una de las enfermedades bucales más extendidas en todo el mundo. Esta enfermedad se caracteriza por la pérdida de inserción clínica y ósea en respuesta a la acumulación de biopelícula dental en un huésped susceptible. La prevalencia de la periodontitis oscila entre el 20 y el 50% en todo el mundo. El diagnóstico generalmente se basa en parámetros clínicos (profundidad de la bolsa, sangrado al sondaje y nivel de inserción clínica) y en el análisis radiográfico analógico o digital. Las radiografías y las imágenes han sido consideradas como herramientas complementarias para obtener información de la lesión ocurrida en los tejidos periodontales profundos, por lo que el propósito de esta investigación fue determinar la utilidad diagnóstica de las técnicas radiográficas y por imágenes, para la evaluación de la condición periodontal en pacientes con evidencia clínica de periodontitis. Los resultados apuntan a que las radiografías y las imágenes son indispensables para complementar el examen clínico de la condición periodontal y para establecer un diagnóstico adecuado a la nueva clasificación de enfermedades y condiciones periodontales y periimplantarias, que permita guiar el plan de tratamiento de un paciente. Las imágenes de diagnóstico proporcionan las pautas que permiten evaluar altura del hueso alveolar, tipo de defecto óseo (vertical u horizontal), compromisos de furcas, ausencias dentales y defectos de la cresta ósea residual.

Palabras clave: periodontitis, pérdida ósea, evaluación radiográfica, imágenes dentales

Summary

Periodontitis is one of the most widespread oral diseases worldwide. This disease is characterized by clinical attachment loss and bone loss in response to dental biofilm accumulation in a susceptible host. The prevalence of periodontitis ranges from 20-50% around the world. Diagnosis is generally based on clinical parameters (pocket depth, bleeding on probing, and clinical attachment level) and analog or digital radiographic analysis. Radiographs and images have been considered as complementary tools to obtain information on the lesion occurred in the deep periodontal tissues, therefore the purpose of this research was to determine the diagnostic utility of radiographic and imaging techniques, for the evaluation of the periodontal condition in patients with clinical evidence of periodontitis. The results suggest that radiographs and images are essential to complement the clinical examination of the periodontal condition and to establish a diagnosis appropriate to the new classification of periodontal and peri-implant diseases and conditions, which allows guiding the treatment plan of a patient. Diagnostic images provide guidelines for evaluating alveolar bone height, type of bone defect (vertical or horizontal), furcation involvement, missing teeth, and residual crest bone defect.

Keywords: periodontitis, bone loss, radiographic evaluation, dental images.

Introducción

La enfermedad periodontal implica una respuesta inflamatoria del huésped ante una biopelícula dental que da como resultado la destrucción del periodonto y eventualmente puede provocar la pérdida de dientes. En el año 2017 se introdujo una nueva clasificación sobre enfermedades y condiciones periodontales y periimplantarias; donde se caracteriza la periodontitis de acuerdo

con un sistema multidimensional que incorpora una matriz descriptiva del estadio y grado de la enfermedad. Los estadios se definen en función de la gravedad/severidad (pérdida de inserción clínica, pérdida ósea radiográfica, pérdida de dientes) y de la complejidad en el manejo de la enfermedad (profundidad de las bolsas periodontales, tipo de defecto intraóseo, compromisos de furcas, defectos en el reborde edéntulo, necesidad de rehabilitación protésica compleja, disfunción masticatoria, trauma por oclusión, movilidad dental, colapso de la mordida y cantidad de dientes remantes), mientras que los grados proporcionan información complementaria sobre las características biológicas de la enfermedad, el análisis basado en la tasa y riesgo de progresión de la periodontitis, el análisis de los posibles resultados deficientes del tratamiento y la evaluación del riesgo que la enfermedad o su tratamiento puedan afectar negativamente la salud general del paciente.¹

La clave para la definir un caso de periodontitis es la noción de pérdida de inserción clínica interdental detectable en dos dientes no adyacentes. En los diversos contextos (atención al paciente, encuestas epidemiológicas e investigación) las definiciones de casos de periodontitis pueden requerir diferentes elementos diagnósticos, en función de los objetivos de la aplicación específica. Al diseñar un marco general de evaluación, resulta relevante diferenciar los cuatro estadios de la periodontitis. El estadio I es el límite entre la gingivitis y la periodontitis, representa las primeras etapas de la pérdida de inserción. El estadio II representa la periodontitis establecida en la que un examen clínico periodontal identifica los daños característicos que la periodontitis ha causado en los tejidos de soporte dentario. El estadio III se caracteriza por la presencia de lesiones periodontales profundas que se extienden hasta la porción media de la raíz y cuyo manejo se complica por la presencia de defectos intraóseos profundos, compromiso

de furcas, pérdida/exfoliación dental y presencia de defectos en los rebordes residuales, que complican el reemplazo de los dientes o la colocación de implantes. En el estadio IV, la periodontitis produce un daño considerable al soporte periodontal y puede causar mayor cantidad de pérdida dentaria, que se traduce en una pérdida de la función masticatoria.²

Los grados ilustran la clasificación de la periodontitis en función de criterios primarios, modificadores, riesgos y biomarcadores. Los criterios primarios están representados por la disponibilidad de evidencias directas o indirectas de progresión de la periodontitis. La evidencia directa se basa en la observación longitudinal de la pérdida de inserción clínica o pérdida ósea radiográfica a partir de registros clínicos o radiografías previas, mientras que la evidencia indirecta se basa en la evaluación de la pérdida ósea en el diente más afectado en función de la edad (porcentaje de pérdida ósea radiográfica a nivel de la raíz dental, dividido entre la edad). Este enfoque ha permitido evaluar longitudinalmente la progresión de la enfermedad y ha sido incorporado al concepto teórico que condujo al desarrollo del sistema de evaluación del riesgo periodontal. De esta manera, la clasificación por estadios se basa en las dimensiones estándares de gravedad y extensión de la periodontitis durante el momento de la evaluación e introduce la dimensión complejidad del tratamiento, al considerar otras dimensiones relevantes que ayudan a optimizar el manejo del caso, por lo tanto, representa un paso crítico hacia la medicina de precisión (individualizada).²

Si bien el sondaje periodontal permite estimar la pérdida temprana de inserción clínica (estándar de oro actual para definir la periodontitis), se reconoce que el diagnóstico puede ser un desafío en la práctica clínica, debido a que estas mediciones pudieran ser inexactas, aunado al hecho que la pérdida de inserción clínica está basada en la medición realizada a los dientes

presentes, lo que podría subestimar lo sucedido en aquellos dientes que han sido extraídos por periodontitis. Además, en el caso de un tronco radicular corto, una pérdida de inserción pequeña pudiera dar lugar a un compromiso de furca, por lo que el diagnóstico de periodontitis cambiaría de estadio.² Tales desafíos requieren un marco de evaluación periodontal incluyente de todos los elementos diagnósticos disponibles, desde una visión multidimensional. En este sentido, para establecer correctamente el estadio y el grado de la enfermedad periodontal, todos los parámetros complementarios al examen clínico, deben ser considerados, por lo que el propósito de esta investigación fue determinar la utilidad diagnóstica de las técnicas radiográficas y por imágenes, para la evaluación de la condición periodontal en pacientes con evidencia clínica de periodontitis.

Metodología

Se realizó una revisión de la literatura, enfocada en la pregunta: ¿Cuál es la utilidad diagnóstica de las técnicas radiográficas y por imágenes, para la evaluación de la condición periodontal en pacientes con evidencia clínica de periodontitis? Se ejecutó una estrategia de búsqueda de artículos, utilizando las bases de datos electrónicas PubMed, Scopus y en revistas de alto impacto en el área de Periodoncia, en un rango de búsqueda 2017-2022, mediante los términos MESH que consideraran la situación: periodontal diseases/diagnosis, periodontitis, furcation involvement, alveolar bone loss, intrabony defects y la exposición: dental radiography, ortopantomography, panoramic radiography, extraoral radiography, intraoral radiography, bitewing radiography, cone-beam computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging.

Se consideraron para su inclusión: artículos originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios comparativos, casos y controles,

ensayos clínicos controlados aleatorizados, estudios de cohorte y revisiones de la literatura, enmarcados en el área de periodoncia, que evaluaran específicamente la altura de la cresta ósea alveolar, defectos intraóseos, lesiones de furcas, el espacio del ligamento periodontal, pérdidas dentales por causas periodontales, a partir de técnicas radiográficas o por imágenes (periapicales, aletas de mordida, panorámicas, tomografía computarizada de haz cónico, resonancia magnética y ultrasonido). Se incluyeron publicaciones en idioma inglés, español y chino, realizadas en seres vivos o cadáveres, humanos o animales. No se incluyeron en esta revisión los artículos de opinión, capítulos de libros o resúmenes de Congresos.

Revisión de la Literatura

Las principales características de la enfermedad periodontal (EP) son el aumento de la profundidad de sondaje, la formación de bolsas periodontales, la pérdida de inserción clínica, la recesión gingival y la disminución del nivel óseo alveolar. La evaluación del caso depende principalmente de la consideración de dos parámetros: la pérdida de inserción clínica (PIC) y la pérdida ósea radiográfica (POR). Estos elementos diagnósticos permiten detectar la gravedad y progresión de la enfermedad.³ La sonda periodontal sigue siendo la principal herramienta de diagnóstico periodontal para determinar la PIC, que se define por la distancia comprendida desde la unión cemento-esmalte hasta la base de la bolsa. Se espera que la PIC refleje el nivel de migración apical de la fibra periodontal, aunque en realidad el registro se realiza hasta donde la punta de la sonda encuentra la resistencia de los tejidos, por lo que, diversos factores, como el tipo, el tamaño y angulación de la sonda periodontal, la presión ejercida durante el sondaje, la presencia de cálculo supragingival o subgingivales y el estado inflamatorio de los tejidos, pueden afectar la

profundidad de penetración de la sonda y dar lugar a lecturas inexactas.³⁻⁴

La evaluación inicial de los tejidos blandos y duros de soporte dental proporciona una base diagnóstica que permite detectar la presencia de EP y orienta el enfoque de tratamiento específico, mientras que la evaluación periódica continua, proporciona datos clínicos comparativos, para monitorear la progresión de la enfermedad o determinar el éxito de la terapia.

Si bien, las mediciones de los tejidos blandos como la PIC, la profundidad de las bolsas periodontales y el índice de sangrado, son indicadores clínicos determinantes de la EP, las técnicas radiográficas han sido ampliamente utilizadas para evaluaciones antes y después de la terapia periodontal.⁵ Incorporar la evaluación de la pérdida ósea radiográfica, bajo la definición de casos, propuesta en la clasificación de enfermedades y condiciones periodontales, constituye una herramienta confiable en la detección de casos de periodontitis. Considerando que este método no reemplaza la evaluación clínica, sino que orienta el diagnóstico definitivo de periodontitis.⁶

Las radiografías e imágenes complementarias proporcionan información diagnóstica de diferentes patologías, factores de retención de biopelícula dental, cálculo subgingival, niveles y defectos óseos. Las imágenes planas bidimensionales obtenidas en las radiografías intrabucales y extrabucales son las modalidades de imágenes más utilizadas para identificar la cantidad y el patrón de pérdida ósea, a partir de ciertos valores de referencia.⁵

De acuerdo a Scarfe *et al.*⁵, en ocasiones, las evaluaciones periodontales requieren una combinación de técnicas para medir los cambios óseos (ganancia y pérdida), que puedan ser comparables a lo largo del tiempo. Estas evaluaciones permiten además, determinar la arquitectura y morfología de la cresta ósea, las

relaciones corona-raíz, la presencia de defectos óseos verticales u horizontales y el compromiso de las furcas.³

Un aspecto importante de la obtención de imágenes, es la posibilidad de realizar un análisis integral y el logro de un mejor diagnóstico, sin embargo, considerando las pautas internacionales de seguridad y protección radiológica, todas las imágenes deberían estar precedidas de un requerimiento clínico específico, es decir que, los datos extraídos en la entrevista con el paciente y el examen clínico, deberían ser los factores centrales para indicar exámenes complementarios con imágenes, debido a que implican riesgos y limitaciones, por ende, estas pruebas adicionales consideradas como parte del diagnóstico periodontal, deben estar correctamente indicadas para obtener su mejor rendimiento diagnóstico.⁷

La radiografía panorámica (RxPa) ha sido una de las imágenes más utilizadas, sin embargo, debido a que presenta limitaciones para la evaluación detallada de la condición periodontal, se ha propuesto que: a) las radiografías periapicales (RxPe) o las de aletas de mordidas (RxAM) sean utilizadas en las zonas donde exista enfermedad periodontal moderada, b) el examen radiográfico periapical completo se indique en casos de mayor gravedad y c) se incorpore el uso de una tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) en situaciones periodontales mucho más específicas, tales como lesiones endoperiodontales, fracturas, perforaciones y planificaciones con implantes.⁷

La Asociación Dental Americana y la Administración de Drogas y Alimentos (ADA/FDA) recomiendan utilizar el juicio clínico, para determinar la necesidad y el tipo de imágenes radiográficas requeridas para evaluar los pacientes con evidencia clínica de EP o con antecedentes de tratamiento periodontal. Sugieren realizar un examen radiográfico individualizado que consiste en una radiografía

panorámica, combinado con radiografías con aletas de mordidas posteriores o radiografías periapicales en zonas específicas, a menos que el paciente tenga evidencia clínica de EP generalizada o antecedentes de un tratamiento dental extenso, donde se sugiere realizar el examen radiográfico periapical completo. A pesar de estas recomendaciones, hoy día, existen variaciones considerables en la adherencia de los profesionales, a estas pautas radiográficas, cuando se realiza el diagnóstico periodontal,⁸ razón por la cual se realiza la siguiente revisión.

Utilidad de las técnicas radiográficas bidimensionales intrabucales para la evaluación de la condición periodontal

Si bien el diagnóstico de la periodontitis se basa principalmente en el examen clínico, la evaluación radiográfica es un componente crítico que confirma la presencia de hallazgos interproximales en los tejidos óseos periodontales que permiten: estimar el pronóstico de los dientes periodontalmente comprometidos, sugerir el plan de tratamiento y evaluar la recurrencia o progresión de la periodontitis. La evaluación radiográfica de la pérdida ósea se vuelve particularmente importante para la clasificación de la periodontitis en función de los estadios definidos por la gravedad de la enfermedad y los grados que reflejan su progresión.⁶

Durante la evaluación de la condición periodontal, la profundidad de sondaje periodontal, la pérdida de inserción clínica y la pérdida ósea radiográfica, representan los estándares de oro utilizados para ayudar a distinguir a un paciente con gingivitis de uno con periodontitis.

En la mayoría de las ocasiones se prefiere incluir evaluaciones completas con RxPe para el diagnóstico periodontal y la planificación del tratamiento⁹. El Consenso promovido por la Academia Americana de Periodoncia, respalda el

uso del sondaje periodontal y las radiografías seriadas periapicales completas como el estándar

de oro para la evaluación de las estructuras periodontales (Figura 1).¹⁰⁻¹¹



Figura 1. Gold estándar para la evaluación periodontal

Las radiografías intrabucales convencionales (RxPe y RxAM), proporcionan imágenes Rx2D que representan los dientes y las estructuras de soporte dental, incluyendo la cresta ósea alveolar, el espacio del ligamento periodontal y la lámina dura, aunado a la visualización de otros factores (cálculo dental y restauraciones)⁵. La técnica periapical paralela proporciona una configuración geométrica con menor cantidad de distorsión que la técnica bisectriz del ángulo.

La evaluación utilizando RxPe suele utilizarse para ubicar la altura del hueso alveolar interproximal, midiendo la distancia vertical entre la cresta alveolar hasta la unión amelocementaria, de forma paralela al eje longitudinal del diente.

Algunos autores consideran que existe pérdida ósea, cuando la altura ósea radiográfica supera 1,9 mm, tomando en cuenta que las mediciones radiográficas de la altura ósea son, en promedio, ligeramente menores que las mediciones físicas tomadas in situ.⁵

En pacientes con periodontitis, el patrón de pérdida ósea periodontal puede ser horizontal (supraóseo) o vertical (intraóseo). Un análisis multivariado mostró que la profundidad de las

bolsas periodontales se asocia con defectos intraóseos, los cuales ocurren cuando su base se encuentra apical al margen óseo.

Su formación depende del grosor del ancho bucal-lingual del proceso alveolar, de un menor grado de convexidad de la unión amelocementaria de los molares y del ancho del hueso interproximal y se han relacionado con una mayor pérdida de hueso marginal, una respuesta deficiente al tratamiento periodontal no quirúrgico y con un mayor riesgo de progresión de periodontitis y pérdida de dientes. Con el uso de RxPe y una regla transparente graduada se puede medir la profundidad de los defectos intraóseos, desde el punto más coronal donde el espacio del ligamento periodontal aún conserva su ancho normal hasta el punto más alto de la cresta ósea alveolar.¹²

A pesar que los aumentos en el ancho del espacio del ligamento periodontal y la pérdida de la cortical de la cresta ósea alveolar se han propuesto como marcadores iniciales de la actividad de la enfermedad periodontal, la apariencia radiográfica de la lámina dura puede estar marcadamente influenciada por alteraciones de factores geométricos y por anomalías locales, como el espesor del hueso suprayacente, el ancho del alvéolo y la forma y

ubicación del diente en el arco dental. En este sentido, no hay suficientes datos disponibles que respalden el uso de estas características como sugestivas de una enfermedad. La estandarización de factores técnicos y geométricos (orientación del sensor de imagen en relación con el sitio anatómico), así como el uso de dispositivos de posicionamiento minimiza la distorsión y la superposición anatómica de las imágenes.⁵

El acceso a la zona de las furcas no siempre es fácil. La precisión del sondaje depende de factores inherentes a la técnica, a la sonda periodontal o las características de la zona (posición de los dientes, la presencia de dientes adyacentes, limitada apertura y difícil acceso a la entrada de la bifurcación, etc.).

Además, las concavidades profundas de la raíz pueden confundirse con compromisos de furcas. Todos estos factores pueden explicar la alta sobreestimación de las mediciones clínicas de compromisos de furcas. Un método ideal para identificar estos defectos sería reflejar un colgajo mucoperióstico, sin embargo, es éticamente imposible cuando no existe una patología o indicación clínica clara para la cirugía.¹³

Las radiografías intrabucles también pueden detectar la presencia o ausencia de compromisos de furcas, sin embargo, la descripción completa del defecto debe combinar la evaluación tanto vertical como horizontal a través del sondaje periodontal o las mediciones intraquirúrgicas¹⁴. Algunos autores afirman que la detección de compromisos de furcas en sus etapas tempranas, es inconsistente, debido a las limitaciones intrínsecas de este tipo de imágenes como, por ejemplo, la complejidad anatómica de algunas zonas, que trae como consecuencia la superposición de raíces en la región de la bifurcación y los problemas de angulación.¹⁵

En este sentido se han introducido varias metodologías para el análisis computarizado de imágenes intrabucles digitales para la detección de la pérdida ósea alveolar periodontal. Estas incluyen mejoras en las imágenes, el análisis densitométrico, funciones de densidad de línea y técnicas de radiografía de sustracción digital. La obtención de estas RxPe brinda una alta resolución espacial, sin embargo, su marcada limitación para la visualización de aspectos vestibulares/bucles o linguales/palatinos, implica una subestimación de la EP y de la extensión de la pérdida ósea alveolar en esas zonas, además se ha reportado que, con esta técnica, también pudiera sobrestimarse la EP avanzada.⁵

Tonetti et al.² opinan que, las definiciones de periodontitis basadas solamente en la pérdida ósea radiográfica marginal tienen limitaciones, ya que no son lo suficientemente específicas y en ocasiones no se detectan los cambios leves o moderados. Las definiciones de periodontitis basadas en la pérdida ósea radiográfica deben limitarse a situaciones donde la medición del nivel de inserción clínica con referencia a la unión cemento-esmalte, no sea práctico.

En tales casos, las evaluaciones de periodontitis basadas en la pérdida ósea radiográfica marginal pueden usar RxAM². Algunos autores recomiendan: a) la toma de RxAM horizontales en los pacientes que presenten bolsas periodontales menores de 5 mm, b) RxAM verticales complementadas con radiografías periapicales para pacientes con bolsas mayores de 5 mm y c) cualquier tipo de RxAM (horizontales o verticales dependiendo de la profundidad de la bolsa) complementadas con radiografías periapicales, en casos de bolsas periodontales irregulares.⁵ las RxAM permiten medir la profundidad de los defectos intraóseos e identificar el compromiso a nivel de la furcas (Figura 2).¹²

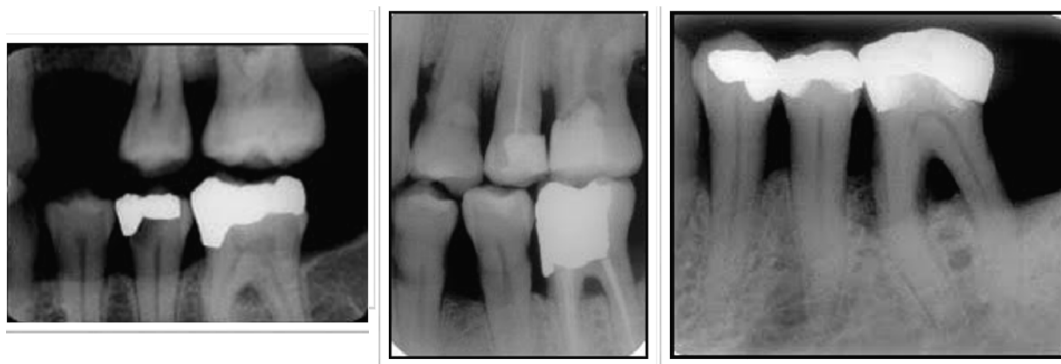


Figura 2. Rx. coronal horizontal, vertical y periapical para 3 casos con diferentes estadios de periodontitis

Es fundamental, para un diagnóstico periodontal preciso, que los niveles de hueso interproximal se visualicen cuando se utiliza la Clasificación de enfermedades y condiciones periodontales y periimplantarias de 2017. La evaluación de la periodontitis con radiografías es crítica para diferenciar la salud y la enfermedad periodontal y para la determinación del porcentaje de pérdida ósea requerido para establecer el estadio y grado de la enfermedad. Para Hong *et al.*¹⁶ la RxAM vertical, es la modalidad radiográfica principal para pacientes con pérdida ósea interproximal, clínicamente evidente. Si bien las RxAM con proyección horizontal son superiores a las de proyección vertical en la captura completa de las coronas anatómicas de los dientes, no muestra satisfactoriamente los compromisos de furcas.

Por el contrario, las RxAM con proyección vertical pueden cubrir adecuadamente la corona en sentido coronoapical, pero no siempre permiten capturar la dimensión mesiodistal de las coronas, sobre todo cuando están presentes segundos o terceros molares, por tanto la orientación vertical permite una mejor evaluación para determinar los niveles avanzados de pérdida ósea alveolar interproximal, el tipo de pérdida ósea (angular u horizontal), la densidad de la cresta ósea, las áreas de contacto y las furcas. En algunos casos, que se han realizado cuatro exposiciones (2 RxAM verticales de cada lado), no se ha logrado

capturar la porción distal del último molar o la mesial del primer premolar o la porción distal del canino.

Sobre esta base, los autores consideran que, para poder realizar el diagnóstico, en pacientes con segundos o terceros molares, se deben tomar tres RxAM verticales de cada lado, en función de la dimensión de captura más estrecha cuando el sensor se coloca verticalmente.¹⁶

Algunos autores reportan que cuando solo se cuenta con RxAM, el porcentaje de pérdida ósea puede determinarse de acuerdo con un estudio de longitudes radiculares promedio, donde 6 mm corresponden a aproximadamente un 40% de pérdida ósea, sin embargo, no deben subestimarse las variaciones biológicas que existen en el aparato de inserción periodontal. A pesar que las radiografías intrabucles bidimensionales convencionales (periapicales y con aleta de mordida), se consideran el estándar de oro radiográfico para el diagnóstico periodontal y la planificación del tratamiento, su precisión, durante la evaluación periodontal, aun es cuestionable.¹⁷

Para Clark *et al.*³ la estimación del nivel óseo a partir de la pérdida de la evaluación radiográfica subestima el nivel óseo real en aproximadamente 1 mm, cuando se compara con mediciones directas, como por ejemplo, cuando se determina la distancia desde la unión cemento-esmalte

hasta la parte inferior de los defectos después de levantar un colgajo y desbridar la zona (medición intraquirúrgica). Esta discrepancia puede estar asociada al enmascaramiento de estructuras debido a las características morfológicas de la lesión. Sodal *et al.*¹⁸ afirman que, al cambiar los límites de pérdida ósea radiográfica, la prevalencia de periodontitis cambia notablemente.

Esto indica que se requiere un umbral universal de pérdida ósea para el diagnóstico de periodontitis en estudios epidemiológicos. No obstante, otros autores opinan que todos los métodos de evaluación subestiman significativamente el nivel óseo real, donde los defectos periodontales profundos en la región premolar son los más subestimados en las radiografías intrabucles.¹⁹

Utilidad de las técnicas radiográficas bidimensionales extrabucles para la evaluación de la condición periodontal

Para el diagnóstico completo y la planificación del tratamiento, se ha sugerido la radiografía panorámica como protocolo estándar. La información de la RxPa permite la selección apropiada de radiografías periapicales intrabucles adicionales en áreas más específicas, mientras se administra una dosis más baja de radiación al paciente. La principal fortaleza de las radiografías panorámicas es que muestran la dentición completa, lo que permite observar dientes impactados, cuerpos extraños y anomalías en el número, posición y anatomía de los dientes (Figura 3).²⁰



Figura 3. Radiografía panorámica inicial y determinar el resto de imágenes requeridas

La radiografía panorámica es una modalidad de baja dosis, bajo costo y fácilmente disponible que produce una imagen plana y única de la dentición y los alvéolos, de ambos maxilares y de las estructuras maxilofaciales adyacentes en un solo procedimiento. Además de las

limitaciones inherentes asociadas con todas las proyecciones bidimensionales planas, como la superposición de estructuras anatómicas, se requiere que la dentición del paciente esté alineada dentro de un espacio tridimensional específico y, por lo tanto, las imágenes

resultantes a menudo muestran errores de posicionamiento y presencia de artefactos que tergiversan las estructuras anatómicas.⁵ La distorsión de las radiografías panorámicas puede deberse a la distancia entre la fuente de rayos X y la película o la placa de imagen, a la diferencia entre la trayectoria del movimiento del eje del escaneo y las formas de las estructuras inspeccionadas, a los instrumentos utilizados, a las posiciones de disparo, a los métodos de medición, a la forma y la simetría del arco dental, la disposición, forma y ángulo de inclinación de los dientes y a los tejidos circundantes.²¹

Saberi *et al.*²² Las imágenes panorámicas obtienen una imagen de las estructuras faciales, incluidos los arcos dentales maxilares y mandibulares y sus estructuras de soporte, requieren menos radiación y ahorran tiempo. Representa un método de imagen de rutina que brinda una valiosa oportunidad de detección. Esta técnica proporciona una información adicional valiosa que podría guiar potencialmente durante la clasificación y estadificación periodontal.⁵ Además, los métodos alternativos de diagnóstico periodontal junto con signos de progresión de la periodontitis (pérdida ósea y pérdida de dientes) basados en radiografías panorámicas, permiten relacionar el estado periodontal con la calidad de vida autoreportada, exhibiendo ventajas epidemiológicas. A pesar que no son herramientas de diagnóstico clínico definitivas, constituyen una estrategia de cribado basada en imágenes. Estos métodos de vigilancia pueden estar indicados en condiciones claves de salud pública, como es el caso de la periodontitis.²³

Algunos autores han demostrado un alto nivel de concordancia entre las lecturas de RxPa y RxPe de las distancias entre el nivel de la unión cemento-esmalte y el nivel de pérdida ósea, así como en los valores proporcionales en relación con la longitud radicular²⁴. También afirman que la RxPa es útil en la medición de la pérdida ósea

periodontal, ya que coincide con los resultados obtenidos utilizando otras técnicas intrabucles. Consideran que a pesar que las imágenes radiográficas son menos sensibles para evaluar el colapso de los tejidos periodontales, se consideran indispensables para establecer la estadificación de la enfermedad después de la confirmación clínica de un caso de periodontitis.⁵

Las RxPa brindan valor diagnóstico durante la evaluación de niveles óseos radiográficos, factores de retención de placa, compromisos de furcas y cálculo subgingival, sin embargo, a pesar de sus innumerables potencialidades, hay una serie de deficiencias asociadas, entre las que se mencionan su incapacidad para obtener imágenes tridimensionales precisas de la estructura ósea, por lo que, podría esperarse cierto nivel de inexactitud, además este método no determina si la periodontitis está activa y no informa sobre el estado de los tejidos blandos periodontales. Estas limitaciones implican que la RxPa, no puede verse como un instrumento de diagnóstico o un reemplazo de la evaluación clínica, sino como una herramienta de ayuda en casos potenciales de periodontitis. También es importante tener en cuenta que ciertos factores como la edad del paciente, el tipo de diente o su angulación pueden influir en la altura del hueso alveolar, por lo que deben tomarse en cuenta estos factores de confusión, por lo tanto, los autores sugieren fomentar el desarrollo de sistemas de predicción automatizados, para la vigilancia de la periodontitis.⁵

Saberi *et al.*²² reportan que a pesar que este método es una alternativa potencial a las radiografías intrabucles para evaluar las condiciones periodontales, es menos eficiente en el diagnóstico. Al indagar sobre el valor diagnóstico de la RxPa digital, utilizando reglas y calibradores digitales en lesiones óseas angulares de molares inferiores, comparándolas con el sondaje óseo y mediciones intraquirúrgicas, encontraron que las imágenes

panorámicas subestiman la destrucción ósea en comparación con la medición intraquirúrgica. La diferencia puede atribuirse a las condiciones de exposición, la densidad y el contraste de la imagen, el tipo de defecto (plano o vertical), la profundidad y el ancho de los defectos angulares, la superposición de corticales bucales y linguales, la calidad del dispositivo panorámico, el tipo de dispositivo (convencional, digital o computarizado) y el diente involucrado.

Además, las medidas lineales no son fiables en las imágenes panorámicas porque la cantidad de distorsión y el aumento son diferentes incluso en una misma zona, por lo tanto, los autores sugieren que los datos panorámicos deben interpretarse con precaución en virtud que, la capacidad de la radiografía panorámica digital para determinar la profundidad de defectos óseos, es limitada.²² La radiografía panorámica tiene una alta especificidad, pero una baja sensibilidad para la detección de compromisos de furcas, principalmente debido a las limitaciones intrínsecas de las imágenes Rx2D asociadas a la complejidad anatómica que deriva en una superposición de las raíces en la región de la bifurcación. Hasta ahora los estudios que utilizan la RxPa para el diagnóstico de los compromisos de furcas, son escasos.¹⁵

Scarfe *et al.*⁵ afirman que la visualización de la altura ósea puede mejorarse potencialmente mediante técnicas innovadoras, incorporadas a los equipos panorámicos, capaces de generar múltiples capas de imágenes a diferentes profundidades horizontales. El diagnóstico basado en computadora está cobrando impulso debido a la capacidad de los sistemas informáticos para detectar y diagnosticar lesiones que pueden no ser detectadas por el ojo humano.²⁰ Dichos sistemas automatizados podrían permitir evaluaciones precisas de la pérdida ósea. Los sistemas de asistencia automatizados parecen especialmente útiles dado el gran esfuerzo humano requerido para una

evaluación sistemática, integral y confiable.²⁵ Li *et al.*²⁶ propusieron el sistema de programación DENTAL-PERIO para predecir el grado de severidad de la periodontitis en RxPa.

Se ha propuesto un nuevo enfoque de evaluación basado en píxeles, para clasificar las etapas de la periodontitis en función de la pérdida ósea radiográfica. El modelo desarrollado logró una precisión del 92,83% y podría ser utilizado como una herramienta para diagnosticar los estadios de la periodontitis. Los autores proponen un enfoque de segmentación adaptativo basado en la distancia de la línea central con operaciones de umbral y morfológicas para clasificar las regiones maxilar y mandibular y calcular la pérdida ósea radiográfica.²⁷

Bayrakdar *et al.*²⁸ detectaron la pérdida ósea alveolar a partir de imágenes obtenidas en RxPa mediante el uso de un sistema de inteligencia artificial. Todas las imágenes se redimensionaron a 1472 x 718 píxeles y se creó una secuencia aleatoria utilizando el lenguaje de programación Python de código abierto y diferentes bibliotecas. A partir de sus resultados, concluyeron que el modelo de red neuronal convolucional, tuvo éxito en la determinación de la pérdida ósea periodontal y podría utilizarse para el diagnóstico y tratamiento.

Chang *et al.*²⁴ Propusieron un marco híbrido que combina la arquitectura de aprendizaje profundo y el enfoque diagnóstico asistido por computadora para el diagnóstico y estadificación automática de la pérdida ósea periodontal de cada diente. Utilizaron la técnica del aprendizaje profundo y realizaron un análisis de la tasa porcentual de pérdida ósea radiográfica que combinaba el eje largo del diente con los niveles de hueso periodontal y la unión cemento-esmalte, para determinar el estadio de la periodontitis.

De acuerdo a lo anterior, varios autores coinciden en afirmar que al comparar la pérdida

ósea registrada en las radiografías y el examen clínico, la prevalencia de la periodontitis en estadio I puede subestimarse,²⁹ por lo que, el valor de las radiografías como recurso diagnóstico, radica en la capacidad de estimar la gravedad y el grado de progresión de la enfermedad, así como para determinar el pronóstico y evaluar los resultados del tratamiento. Estas no pueden reemplazar los exámenes clínicos y a pesar que no permiten detallar la actividad celular, pueden mostrar los efectos de experiencias celulares previas. Las radiografías permiten determinar la cantidad de hueso remanente, en lugar de la pérdida de hueso. Las radiografías brindan información crucial, sin embargo, es necesario comprender las ventajas y desventajas del diagnóstico por imágenes, así como la relación costo-beneficios. Esto implica una prescripción adecuada para el tipo y la cantidad de radiografías a fin de optimizar sus efectos. La obtención de imágenes digitales tiene la capacidad de mejorar la forma en que se visualizan los tejidos periodontales, por lo que se recomienda que las radiografías se tomen en diferentes ángulos para aumentar las posibilidades de observación.³⁰

Utilidad de la tomografía computarizada de haz cónico para la evaluación de la condición periodontal

La tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) consiste en una tecnología volumétrica de adquisición de imágenes, que proporciona una evaluación precisa del hueso alveolar en las caras facial/bucal, lingual/palatina y mesial/distal de todos los dientes, a partir de un escaneo rotacional. De manera similar a la radiografía panorámica, la adquisición de imágenes es extrabucal, rápida y técnicamente fácil de realizar. Los datos se reconstruyen volumétricamente y las imágenes se pueden desarrollar en planos lineales o curvos, eliminando así la superposición estructural de las técnicas Rx2D. La TCHC ofrece ventajas específicas para el diagnóstico periodontal, sin

embargo, la presencia de artefactos producidos como resultado de la interacción del haz de rayos X con materiales de alta densidad (implantes de titanio, amalgama, restauraciones de oro o materiales de obturación de conductos radiculares) distorsiona las imágenes. Además, los valores de intensidad en la escala de grises, medidos en imágenes de TCHC, no representan directamente las unidades Hounsfield, sino la densidad relativa de los tejidos corporales, según una escala calibrada de nivel de grises. Como consecuencia, las mediciones corticales o intramedulares de los valores de la escala no pueden considerarse indicadores precisos o fiables de la densidad mineral ósea.⁵

La TCHC implica un haz de rayos X de forma cónica, dirigido a una región de interés, que sensibiliza una matriz bidimensional de detectores de imágenes. Esta modalidad ha traído una serie de beneficios al campo del diagnóstico, incluyendo la eliminación de distorsiones y la capacidad de visualizar estructuras en los 3 planos ortogonales³¹. Cada día surgen mayores evidencias que soportan que las imágenes obtenidas de la TCHC son un aditivo beneficioso durante el proceso de diagnóstico periodontal. La cantidad de pérdida ósea, el tipo de defecto y los compromisos de furcas, no solo pueden identificarse correctamente, sino que también pueden medirse con precisión. La TCHC es una herramienta poderosa que permite el diagnóstico de estructuras tridimensionales (3D) y está bien documentada como una herramienta para: cuantificación de forma precisa, localizar estructuras anatómicas específicas (nervio mandibular, mentoniano o palatino mayor), evaluar el fenotipo periodontal, identificar dehiscencias, fenestraciones y fracturas, diagnosticar erupción pasiva alterada y planificar el tratamiento.

Las áreas con mayor evidencia para apoyar el uso de TCHC son el diagnóstico radiográfico avanzado y la evaluación posquirúrgica³². En el informe de Consenso del Taller de Regeneración

de la AAP, se alentó el uso de modalidades radiográficas tridimensionales para la evaluación de los resultados del tratamiento del defecto de furcación.^{31,33}

Sumado a la evaluación del soporte óseo residual, debe considerarse la morfología radicular, la longitud del tronco radicular, el grado de separación o fusión de raíces, el espacio interradicular, patologías concomitantes, lesiones endoperiodontales, perforaciones radiculares, fenestraciones, obturaciones de conductos y la destrucción ósea en el área de la furca, para la evaluación del pronóstico, para la toma de decisiones y para la planificación del tratamiento, sopesando la relación riesgo-beneficio.^{14,34}

Zhang *et al.*⁴ evaluaron la relación entre la PIC, RxPe, RxAM y TCHC, encontrando que la presencia/gravedad de la inflamación periodontal, el cálculo, las variaciones del sondaje periodontal y la geometría de proyección de las radiografías, podría afectar las mediciones periodontales. La angulación vertical positiva de las Rx para evitar la superposición de las cúspides puede resultar en una subestimación de la pérdida ósea y la angulación vertical negativa para adaptarse a las limitaciones anatómicas, puede causar sobreestimación de la pérdida ósea. Concluyen que la modalidad de imagen en 3D es superior a las técnicas Rx2D para proporcionar detalles morfológicos y topográficos de los defectos periodontales.

La posibilidad de proyección de TCHC en sentido vestibulo-palatino y vestibulo-lingual, ratifica el sesgo de una imagen bidimensional para obtener una imagen precisa del estado del hueso alveolar y una evaluación completa de la reabsorción ósea³⁵, sin embargo, Cetmili *et al.*³⁶ recomiendan, en todo momento, el uso de RxAM para minimizar la exposición a la radiación y si es necesario visualizar la destrucción del hueso alveolar en las áreas bucal o lingual, recomiendan las imágenes TCHC con

la selección del campo visual más pequeño posible.

Adurty *et al.*³⁷ compararon las imágenes de RxPe digitales y TCHC para evaluar la altura, profundidad, ancho y el ángulo de los defectos óseos. Afirman que la delimitación de la lámina dura, la calidad del hueso y la clasificación del contraste es mejor en las imágenes intrabucales digitales, debido a la resolución más alta en comparación con TCHC, por lo que consideran que la medición prequirúrgica con RxPe digitales puede usarse como una alternativa a la TCHC para estimar las características morfológicas de defectos intraóseos. Considerando que la pérdida ósea clínica difiere según la edad del paciente, el tipo de diente y el nivel de contaminación de la biopelícula dental, pudiendo conducir a transformaciones en la morfología del hueso residual, algunos autores afirman que la evaluación con imágenes Rx2D del colapso óseo de la zona anterior tiene limitaciones considerables debido a que no se puede exhibir completamente la anatomía tridimensional del hueso alveolar, mientras que con la TCHC si se puede.³⁸

Nikolic *et al.*³⁹ no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de defectos periodontales intraóseos, al comparar las mediciones clínicas con la TCHC, a diferentes espesores de sección (0,25 mm, 1 mm y 3 mm) independientemente del sitio o arcada. Estos hallazgos sugieren que el grosor de la sección de la TCHC de hasta 3 mm se puede utilizar para la medición del defecto periodontal intraóseo.

Choi *et al.*³¹ refieren que las imágenes con TCHC son precisas en la detección de compromisos de furcas (Figura4) y además proporcionaron información adicional sobre la morfología radicular, no obstante, puede existir a) una precisión limitada para la detección de fenestraciones y dehiscencias; que podría atribuirse a la presencia de márgenes menos

definidos o a las limitaciones en la resolución del equipo utilizado, b) una subestimación de la pérdida ósea y poca precisión en las mediciones de la altura de la cresta ósea en la zona anterior del maxilar; que podrían atribuirse a un hueso cortical muy delgado o a la baja nitidez de las imágenes producidas por el dispositivo.

Concluyen que la TCHC es significativamente más precisa y confiable que las técnicas de imágenes convencionales bidimensionales para evaluar defectos intraóseos, lesiones de bifurcación, altura de la cresta ósea alveolar y el espacio del ligamento periodontal.

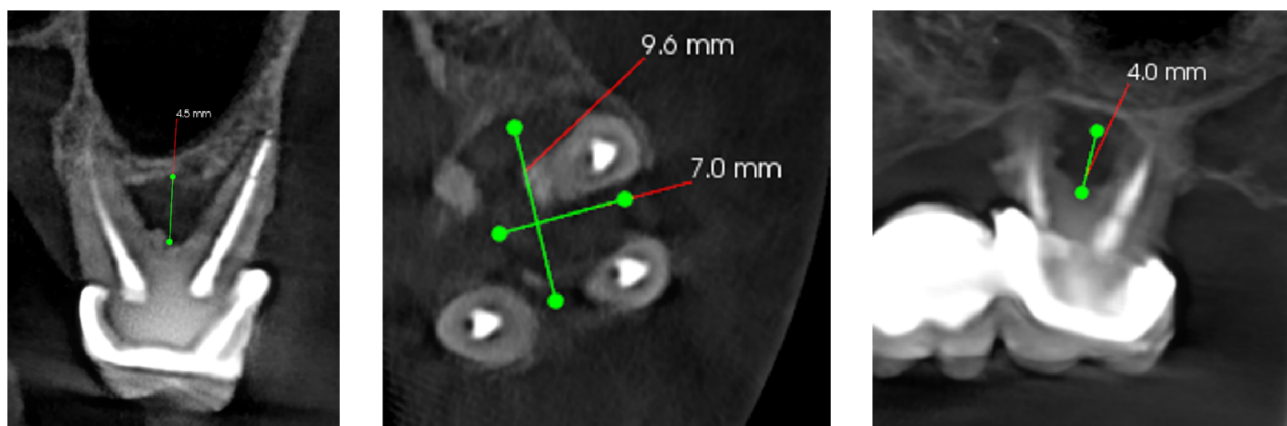


Figura 4. Diversas proyecciones tomográficas durante la evaluación de compromisos de furcas

Haas *et al.*⁴⁰ evaluaron la precisión de la TCHC en los defectos óseos periodontales, comparándola con las mediciones in situ, encontrando un nivel de concordancia del 82.82%, por lo tanto, concluyen basándose en un nivel moderado de evidencia, que la TCHC puede ser un método de imagen preciso para la medición de defectos óseos periodontales y la evaluación de compromisos de furcas. Los estudios revisados demostraron que el uso de TCHC podría optimizar la planificación del tratamiento para casos periodontales complejos de cirugía periodontal regenerativa y de furcación, siendo una herramienta precisa en la detección de estructuras periodontales.⁴¹

Es evidente la relevancia clínica de TCHC para la evaluación de compromisos de furcas, debido a que la precisión de la detección clínica de la furca es impredecible, por la dependencia de múltiples factores, tales como: técnica y experiencia del operador (angulación de la sonda, cantidad de fuerza ejercida, acceso), posición del diente, inclinación, presencia de

dientes adyacentes, longitud del tronco radicular, morfología radicular, divergencia radicular y configuración del hueso interradicular residual. La TCHC ofrece ventajas significativas que incluyen una excelente concordancia y una mayor precisión y se puede usar como una excelente herramienta para el diagnóstico confiable y como base para las decisiones de tratamiento.^{15,42}

Berghuis *et al.*¹³ compararon la precisión de la RxPa y RxPe con la TCHC en la detección de compromisos de furcas, observándose que las radiografías panorámicas y periapicales muestran baja sensibilidad y alta especificidad en compromisos de furcas avanzados, obteniéndose falsos negativos altos y falsos positivos bajos, es decir, que si estos defectos, logran identificarse en las radiografías, es porque están presentes, pero con frecuencia, se pasan por alto, sin embargo, en la TCHC es más sensible y específica. El beneficio de las imágenes con TCHC varía y es particularmente mejor en los molares maxilares.³⁴

En el caso del compromiso de furca grado II donde los tratamientos regenerativos, muestran mayores tasas de éxito en relación al grado III, las reconstrucciones 3D cobran mayor relevancia⁴⁰. Esto es respaldado por otros autores quienes afirman que las radiografías no representan un método preciso para medir la profundidad del defecto vertical en los defectos de bifurcación de grado II en comparación con TCHC.⁴³ También Yusof *et al.*⁴⁴ compararon la precisión diagnóstica de las RxPe y las TCHC, con respecto a las mediciones intraquirúrgicas, para evaluar la extensión y gravedad de los compromisos de furcas tipo III en molares y se encontraron que la TCHC es más precisa en la medición de la pérdida ósea vertical y horizontal, como es lógico suponer, la pérdida ósea horizontal no puede evaluarse con una radiografía periapical.

La subestimación de las lesiones generalmente conduce a la falta de un tratamiento, lo que conducirá a una mayor progresión de las mismas, mientras que, sobreestimar la extensión de la lesión tiene un mayor impacto en el pronóstico de los dientes con lesiones de furca de grado II o III, porque estos dientes generalmente se tratan con opciones quirúrgicas invasivas o extracciones.

Los resultados de este estudio mostraron que la evaluación TCHC de las lesiones de furcación de los molares maxilares fue altamente consistente con la evaluación intraoperatoria. La TCHC, como método de evaluación tiene cierto valor de aplicación clínica, sin embargo, el grado de desmineralización puede subestimarse o sobreestimarse durante el análisis de imágenes. Se necesitan más estudios para confirmar la precisión de TCHC en la evaluación de defectos óseos verticales.⁴⁵

Zhang *et al.*⁴⁶ mostraron que el 18,2 % de los casos de compromisos de furcas identificados en las radiografías, no se habían detectado con el sondaje; esta observación confirmó la necesidad

de complementar la detección clínica con radiografías intrabucuales.

Además, la medición clínica identificó un 18,7% de casos con compromisos de furcas que no fueron observados en la TCHC; lo que indicó una sobredetección en la evaluación clínica. Contrariamente, el 26,7% de los casos que demostraron pérdida ósea en la TCHC, no se detectaron en la evaluación clínica; lo que sugiere una infradetección en la evaluación clínica.

En líneas generales, el sondaje periodontal y las radiografías intrabucuales pueden usarse como exámenes de rutina para la detección de compromisos de furcas y en caso que los exámenes de rutina no brinden la información diagnóstica adecuada, puede utilizar la TCHC con el campo de visión más pequeño posible y la configuración de exposición óptima.⁴⁶ Aunado a la evaluación de defectos óseos y compromisos de furcas, Hirashima *et al.*⁴⁷ demostraron la efectividad de esta técnica radiográfica por imagen en casos de evaluación de espacio del ligamento periodontal.

Las características de las imágenes están relacionadas con la disposición espacial de las intensidades de píxeles y pueden cuantificarse mediante un análisis de textura, el cual se basa en una secuencia de algoritmos utilizados para caracterizar las variaciones espaciales de la imagen.

Estas variaciones de contraste corresponden al aumento o disminución de la mineralización trabecular, a la variación del espacio entre trabéculas, a cavidades medulares y al remodelado óseo. Esta técnica es una metodología adicional que fue aplicada al análisis del tejido alrededor de la furca y demostró su precisión diagnóstica.⁴⁸

Aparna *et al.*⁴⁹ consideran que la evaluación del grosor del tejido blando juega un papel integral

en el plan de tratamiento y en el éxito de los procedimientos periodontales. La literatura proporciona numerosos estudios que respaldan la aplicación de la TCHC para determinar las medidas de tejido duro, sin embargo, las publicaciones sobre la evaluación de tejido blando son muy escasas. La estimación de la pérdida ósea en sentido bucolingual ha llevado a considerar la obtención de imágenes en 3D. Aunque se ha demostrado que la TCHC es bastante beneficiosa y precisa en el diagnóstico de defectos infraóseos y los compromisos de furcas, la mayoría de los estudios realizados, para la evaluación de enfermedades periodontales, están aún en el nivel de precisión diagnóstica.

En el camino hacia su uso, se debe evaluar la relevancia clínica en la obtención de información.⁵⁰ Si se considera que el manejo de la periodontitis a menudo requiere un enfoque interdisciplinario, las imágenes avanzadas pueden ser beneficiosas en el manejo integral de esos pacientes, sin embargo, la evidencia que respalda el uso de esta técnica como un complemento o reemplazo de las imágenes Rx2D es escasa, por lo tanto, su implementación como herramienta de uso rutinario es limitada.

El Consenso de la Academia Americana de Periodoncia estipula que la TCHC podría ser usada, con fines evaluativos, en compromisos de bifurcación avanzados, cuando la pérdida ósea ha invadido estructuras anatómicas (senos paranasales o el nervio mandibular), en presencia de fracturas radiculares, reabsorciones radiculares o lesiones endoperiodontales que no han podido identificarse en la evaluación clínica o en imágenes Rx2D, en los casos que no responden favorablemente a la terapia periodontal y en pacientes que están siendo considerados para una terapia con implantes.¹¹

El problema con las imágenes TCHC radica en la resolución de imagen, pues no todos los equipos producen tamaños de vóxel que puedan

tener un valor de diagnóstico periodontal, además, los tamaños de vóxel más pequeños generalmente están relacionados con un mayor tiempo de exposición de imágenes y radiación ionizante. En este sentido, los parámetros para la adquisición de TCHC están directamente relacionados con la calidad de las imágenes y su capacidad diagnóstica. Hasta los momentos la TCHC no debe ser la primera opción de imagen para la evaluación periodontal, su uso debe ser preferiblemente para los casos en que las imágenes clínicas y convencionales son insuficientes para el diagnóstico y decisión de tratamiento.⁴⁰

Entre los avances de la técnica se destaca la reducción del artefacto de radiación, mejoras en la cuantificación de la densidad ósea, reducción de costos, disminución del tamaño de vóxel para lograr una ultra alta resolución en un solo escaneo, aumento de la calidad de la imagen en dosis similares y reducción de artefactos metálicos. A pesar que las exposiciones a TCHC se consideran de baja exposición, se debe tomar en cuenta que, si la información adicional obtenida no es beneficiosa desde una perspectiva diagnóstica, pronóstica o de gestión del tratamiento, no cumplirá con el principio ALARA.³²

Si bien las evaluaciones con TCHC permiten el análisis secuencial de varios cortes de imagen, se requiere información derivada de los exámenes clínicos y radiográficos para elegir esta opción de diagnóstico en pacientes con compromiso periodontal. A pesar que existe una rápida acumulación de literatura sobre TCHC, todavía no existen pautas actualizadas basadas en evidencias, sobre su necesidad y utilización. En este momento, el uso rutinario de imágenes 3D para el diagnóstico de la periodontitis no parece estar justificado desde la perspectiva de la exposición a la radiación y el costo. En el futuro, cuando se minimice la radiación, el costo y las dificultades técnicas, las imágenes en 3D pueden estar perfectamente indicadas.⁵¹

Utilidad de la resonancia magnética para la evaluación de la condición periodontal

En varios campos de la odontología, la resonancia magnética (RM) se ha introducido

como una herramienta diagnóstica novedosa, constituyéndose como un método para evaluar la proporción de soporte óseo periodontal residual⁵² (Figura 4).

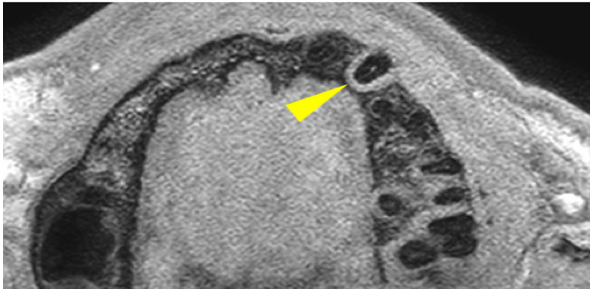


Figura 4. Reconstrucciones axiales y sagitales que muestran la pérdida ósea (flechas amarillas). La inversión de colores (negro en blanco) proporciona una apariencia similar a la TCHC. Tomado de Probst et al.⁵³

Asimismo, se ha propuesto el uso de la resonancia magnética para el diagnóstico tridimensional de los compromisos de furcas, las cuales muestran una alta correlación con las mediciones de TCHC, sin embargo, el número de datos disponibles aún es bajo y claramente se necesitan más estudios.¹⁴

Las técnicas basadas en la radiación no pueden delinear los cambios inflamatorios preclínicos tempranos en la enfermedad periodontal, que normalmente preceden a la pérdida ósea y se consideran reversibles, sin embargo, la resonancia magnética, descrita como una técnica libre de radiación, puede detectar procesos inflamatorios en varios compartimentos de tejidos blandos y duros. Los autores sugieren que el edema óseo puede servir como marcador sustituto de las primeras etapas de la enfermedad periodontal, donde la resonancia magnética puede tener posibilidades de nuevas opciones para la detección, la toma de decisiones y el seguimiento de la periodontitis⁵³. Se han logrado avances técnicos considerables en el desarrollo e implementación de esta técnica que ofrecen nuevas posibilidades para el diagnóstico de lesiones óseas periodontales. Se han utilizado agentes de contraste para la detección y

clasificación de defectos de furcación en molares maxilares con alta confiabilidad y precisión in vivo, sin embargo, los métodos sin contraste son preferibles debido a que la aplicación de contrastes está asociada con costos adicionales, con exámenes más largos y con posibles reacciones alérgicas. Además, las consecuencias clínicas de estos depósitos aún no se conocen por completo. A pesar que se ha demostrado una alta confiabilidad y una gran concordancia con TCHC, durante la evaluación de los defectos de furcación, la RM todavía no es una modalidad de imagen rentable.⁵⁴

Utilidad del ultrasonido para la evaluación de la condición periodontal

Las imágenes ultrasónicas pueden ser valiosas para el diagnóstico periodontal preciso y en tiempo real, sin preocupaciones sobre la radiación ionizante. El ultrasonido (US) funciona mediante la transmisión de ondas sonoras, sobre la base del tiempo y la velocidad del sonido. Con esta técnica se ha medido la altura de la papila interdental (distancia vertical desde la punta de las papilas vestibular hasta la cresta ósea), la altura del tejido blando mediovestibular (distancia vertical desde el margen gingival libre

hasta la cresta ósea en la zona mediofacial), el espesor mucoso (distancia horizontal entre la superficie de la mucosa y el hueso subyacente, medida a 2 y a 5 mm del margen gingival), el nivel de la cresta ósea (distancia vertical entre la cresta alveolar y la unión amelocementaria o el margen de restauración), la altura del tejido blando en el reborde edéntulo (distancia vertical desde el borde externo del hueso cortical hasta el nivel más superficial del tejido blando en el centro del reborde) y el grosor de la mucosa en el reborde edéntulo (distancia horizontal entre la superficie de la mucosa y la superficie ósea subyacente, medida a 3 y 6 mm desde el margen de la mucosa en los sitios vestibular y palatino).⁵⁵

La ecografía puede complementar la medición del grosor del hueso resultante de las radiografías, sin embargo, solo puede medir el grosor del hueso en la cresta alveolar debido a la atenuación de la ecografía en la superficie ósea. Estas imágenes podrían convertirse en una herramienta valiosa para la evaluación transversal en tiempo real. La investigación

futura debería centrarse en la capacidad de la ecografía para diferenciar la enfermedad periodontal de la salud.⁵⁵

Nguyen *et al.*⁵⁶ demostraron que el US tiene el potencial de ser una modalidad de imagen para visualizar el contorno del hueso alveolar en las superficies bucal y lingual. Además, se ha demostrado su uso en el diagnóstico de lesiones inflamatorias periapicales y defectos óseos periodontales. Las imágenes por ultrasonido de alta frecuencia (40 MHz) pueden ayudar a medir el grosor gingival y la profundidad de sondaje. Actualmente existe un nivel de evidencia preliminar que respalda el uso de la ecografía durante la evaluación del nivel óseo, no obstante, se debe tener cuidado con respecto a la precisión y validez de la ecografía como herramienta de diagnóstico periodontal, debido a la poca cantidad de estudios existente, por lo que se hace necesario realizar más estudios que comparen la ecografía con los métodos estándares, para validar su precisión como técnica de diagnóstico en la obtención de imágenes periodontales.

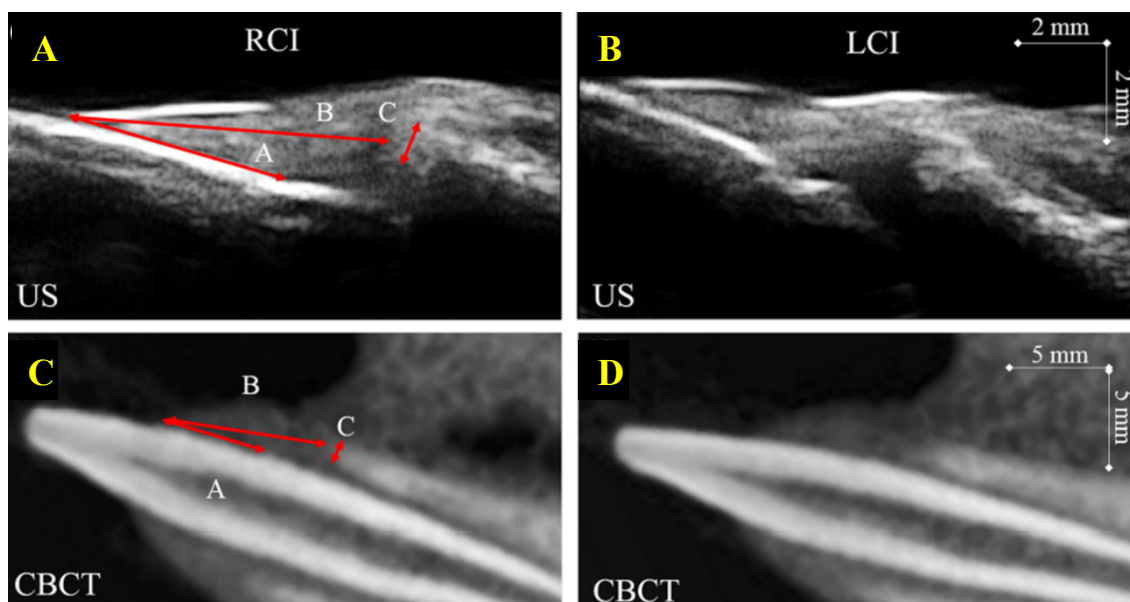


Figura 5. Comparación de imágenes del Ultrasonido y la TCHC. Las flechas indican la distancia desde el margen gingival hasta la unión cemento-esmalte (A), la distancia entre el margen gingival y la cresta alveolar (B), y el grosor del hueso alveolar en la cresta. Tomado de Nguyen *et al.*⁵⁷

La obtención de imágenes mediante ultrasonografía puede ayudar en la detección de enfermedades relacionadas con los tejidos blandos. El escáner puede evaluar el grosor gingival y la mucosa masticatoria, antes y después de la cirugía mucogingival.

Asimismo, se han utilizado instrumentos ultrasónicos para detectar acumulaciones de cálculo supragingival y subgingival.³⁰ Considerando que las imágenes con TCHC exponen a los pacientes a una dosis de radiación, la ecografía pudiera representar una técnica no invasiva y no destructiva para la evaluación cuantitativa de las estructuras periodontales, aunado a sus ventajas de portabilidad y rentabilidad.⁵⁷

Conclusiones

En la actualidad se dispone de herramientas relevantes para evaluar las dos dimensiones del proceso de estadificación: gravedad y complejidad, así como la extensión y los grados de un caso de periodontitis.

Para la asignación del estadio es imperativo establecer la pérdida de inserción clínica como el determinante de la etapa inicial en la dimensión de severidad, complementado con otros factores clínicos, sin embargo, los factores radiográficos ubicados en esa misma dimensión (nivel de la pérdida ósea radiográfica) o en la dimensión de la complejidad (tipo de defecto óseo, compromiso de furcas), que pueden modificar la asignación del estadio, así como los elementos para determinar el grado, que solo pueden evaluarse radiográficamente (datos longitudinales de pérdida ósea radiográfica y porcentaje de pérdida ósea en función de la edad del paciente) indican que la evaluación periodontal requiere indudablemente de los datos obtenidos de la anamnesis, de las evaluaciones clínicas y de las imágenes apropiadas.

Las radiografías intrabucles (periapical con cono paralelo y con aleta de mordida) son consideradas estándares de oro radiográfico para la evaluación de la condición periodontal, debido a que ofrecen la más alta resolución de todas las modalidades radiográficas.

Asimismo, la información de la radiografía panorámica permite la selección apropiada de radiografías periapicales intrabucles adicionales en áreas más específicas, mientras se administra una dosis más baja de radiación, sin embargo, solo son representaciones bidimensionales de las estructuras periodontales que brindan información en el plano sagital, con una marcada limitación en la visualización de aspectos faciales/bucles o linguales/palatinos, por lo que no reflejan con precisión la morfología tridimensional real.

La TCHC es significativamente más precisa y confiable que las técnicas de imágenes convencionales bidimensionales para evaluar la altura de la cresta ósea, el tipo de defectos óseos, las lesiones de furcas y el espacio del ligamento periodontal, sin embargo, aunado a las desventajas de su uso (riesgo por exposición a la radiación, alto costo, dificultades al manipular el software), la falta de experiencia y los diversos protocolos para la obtención de imágenes, pueden afectar la reproducibilidad y confiabilidad, inclinando a los odontólogos al uso de imágenes convencionales bidimensionales.

La resonancia magnética, no siendo método por imagen de primera elección, permite la observación de edemas, bolsas periodontales profundos. Además, permite delinear los cambios intraóseos asociados, por lo que, brinda un valor agregado al diagnóstico y clasificación de la enfermedad periodontal, sumado a que no requiere radiación ionizante para su realización, mientras que el ultrasonido tiene un gran potencial para convertirse en una herramienta de diagnóstico no invasiva durante la valoración de

la condición periodontal, sin embargo, se requieren más evidencias científicas al respecto.

Las radiografías e imágenes proporcionan una plataforma sobre la cual se puede construir una clasificación diagnóstica multidimensional. La elección adecuada de la modalidad radiográfica se basa en la comprensión de las ventajas y desventajas de cada tecnología y en el valor diagnóstico de cada modalidad para demostrar las características específicas de la enfermedad periodontal. Algunas opciones terapéuticas requieren una modalidad de imagen o una combinación de técnicas, debiendo siempre en cuenta la justificación para la obtención de imágenes de acuerdo con el principio ALARA.

Referencias

- Papapanou P, Sanz M, Buduneli N, Dietrich T, Feres M, Fine D, et al. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 world workshop on the classification of periodontal and peri-implant diseases and conditions. *J Clin Periodontol*. 2018;45 Suppl 20:S162-S170.
- Tonetti M, Greenwell H, Kornman K. Staging and grading of periodontitis: framework and proposal of a new classification and case definition. *J Clin Periodontol*. 2018;45(Suppl 20): S149–S161.
- Clark D, Van der Weijden G, Berkhout W, Wang T, Levin L, Slot D. Accuracy of clinical and radiographic measurements of periodontal infrabony defects of diagnostic test accuracy (DTA) studies: a systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract*. 2022;22(1):101665.
- Zhang W, Rajani S, Wang B. Comparison of periodontal evaluation by cone-beam computed tomography, and clinical and intraoral radiographic examinations. *Oral Radiol*. 2018;34(3):208-18
- Scarfe W, Azevedo B, Pinheiro L, Priaminiarti M, Sales M. The emerging role of maxillofacial radiology in the diagnosis and management of patients with complex periodontitis. *Periodontol*. 2000. 2017;74(1):116-39.
- Machado V, Proença L, Morgado M, Mendes J, Botelho J. Accuracy of panoramic radiograph for diagnosing periodontitis comparing to clinical examination. *J Clin Med*. 2020;9(7):2313.
- Rösing C, Cavagni J, Malheiros Z, Stewart B, Aránguis V. Periodontal disease and its impact on general health in Latin America. Section IV: Diagnosis. *Braz Oral Res*. 2020;34(suppl1):e022.
- American Dental Association, Council on Scientific Affairs/US Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration. The selection of patients for dental radiographic examinations. Revised 2012. <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/medical-x-ray-imaging /selection-patients-dental-radiographic-examinations>. [Accessed 15 Diciembre 2022].
- Koirala P, Pradhan S. Gold standards in periodontics: A review. *J Nepal Soc Perio Oral Implantol*. 2021;5(9):49-53.
- McAllister B, Eshraghi T. Cone-beam computed tomography: an essential technology for management of complex periodontal and implant cases. *J Periodontol*. 2017;88(10):937-8.
- Mandelaris G, Scheyer E, Evans M, Kim D, McAllister B, Nevins M, et al. American Academy of Periodontology best evidence consensus statement on selected oral applications for cone-beam computed tomography. *J Periodontol*. 2017;88(10):939-45.
- Najim U, Norderyd O. Prevalence of intrabony defects in a Swedish adult population. A radiographic epidemiological

- study. *Acta Odontol Scand.* 2017;75(2):123-9.
13. Berghuis G, Cosyn J, De Bruyn H, Hommez G, Dierens M, Christiaens V. A controlled study on the diagnostic accuracy of panoramic and peri-apical radiography for detecting furcation involvement. *BMC Oral Health.* 2021;12;21(1):115.
14. Jolivet G, Huck O, Petit C. Evaluation of furcation involvement with diagnostic imaging methods: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2022;51(8):20210529.
15. Komšić S, Plančak D, Kašaj A, Puhar I. A comparison of clinical and radiological parameters in the evaluation of molar furcation involvement in periodontitis. *Acta Stomatol Croat.* 2019;53(4):326-36.
16. Hong R, Kwon S, Steffensen B, Jain S, Levi P. Diagnosing periodontal and dental indicators with horizontal and vertical bitewing radiographs. *J Dent Educ.* 2020;84(5):552-8.
17. Hausmann E, Allen K, Clerehugh V. What alveolar crest level on a bite-wing radiograph represents bone loss? *Journal of Periodontology* 1991;62(9):570-2.
18. Sodal A, Hove L, Diep M, Skudutyte R, Koldslund O. Periodontal conditions in a 65-year-old population and prevalence of periodontitis according to three different bone level thresholds. *BMC Oral Health.* 2022;22(1):246.
19. Christiaens V, De Bruyn H, Thevissen E, Koole S, Dierens M, Cosyn J. Assessment of periodontal bone level revisited: a controlled study on the diagnostic accuracy of clinical evaluation methods and intra-oral radiography. *Clin Oral Investig.* 2018;22(1):425-31.
20. Thanathornwong B, Suebnukarn S. Automatic detection of periodontal compromised teeth in digital panoramic radiographs using faster regional convolutional neural networks. 2020;50(2):169-74.
21. Tang Z, Liu X, Chen K. Comparison of digital panoramic radiography versus cone-beam computerized tomography for measuring alveolar bone. *Head Face Med.* 2017;13(1):2.
22. Saberi B, Nemati S, Malekzadeh M, Javanmard A. Assessment of digital panoramic radiography's diagnostic value in angular bony lesions with 5 mm or deeper pocket depth in mandibular molars. *Dent Res J (Isfahan).* 2017;14(1):32-6.
23. Mendes J, Viana J, Cruz F, Garrido L, Jessen I, Rodrigues J, et al. Radiographically screened periodontitis is associated with deteriorated oral-health quality of life: A cross-sectional study. *PLoS One.* 2022;17(6):e0269934.
24. Chang H, Lee S, Yong T, Shin N, Jang B, Kim J, et al. Deep learning hybrid method to automatically diagnose periodontal bone loss and stage periodontitis. *Sci Rep.* 2020;10(1):7531.
25. Krois J, Ekert T, Meinhold L, Golla T, Kharbot B, Wittemeier A, et al. Deep learning for the radiographic detection of periodontal bone loss. *Sci Rep.* 2019;9(1):8495.
26. Li H, Zhou J, Zhou Y, Chen Q, She Y, Gao F, et al. An interpretable computer-aided diagnosis method for periodontitis from panoramic radiographs. *Front Physiol.* 2021;12:655556.
27. Vigil M, Bharathi V. Classification of periodontitis stages in mandibular area from dental panoramic radiograph using Adaptive Center Line-Distance Based image processing approach. *J Ambient Intell Human Comput.* 2022.
28. Bayrakdar S, Çelik O, Bayrakdar I, et al. Success of artificial intelligence system in determining alveolar bone loss from dental

- panoramic radiography images. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2020;23(4):1-7.
29. Stodle I, Verket A, Høvik H, Sen A, Koldsland O. Prevalence of periodontitis based on the 2017 classification in a Norwegian population: The HUNT study. *J Clin Periodontol*. 2021;48(9):1189-99.
 30. Fiorellini J, Sourvanos D, Sarimento H, Karimbux N, Luan K. Periodontal and implant radiology. *Dent Clin North Am*. 2021;65(3):447-73.
 31. Choi I, Cortes A, Arita E, Georgetti M. Comparison of conventional imaging techniques and CBCT for periodontal evaluation: A systematic review. *Imaging Sci Dent*. 2018;48(2):79-86.
 32. Eshraghi V, Malloy K, Tahmasbi M. Role of cone-beam computed tomography in the management of periodontal disease. *Dent J (Basel)*. 2019;7(2):57.
 33. Reddy M, Aichelmann M, Avila G, Klokkevold P, Murphy K, Rosen P, et al. Periodontal regeneration-furcation defects: A consensus report from the AAP Regeneration Workshop. *J Periodontol*. 2015;86:S131-S133.
 34. Walter C, Schmidt J, Rinne C, Mendes S, Dula K, Sculean A. Cone beam computed tomography (CBCT) for diagnosis and treatment planning in periodontology: systematic review update. *Clin Oral Investig*. 2020;24(9):2943-58.
 35. Hasiuk P, Korobeinikova Y, Vorobets A, Korobeinikov L, Dzetsiukh T, Rosolovska S, et al. Comparative assessment of the state of bone resorption in patients with chronic generalized periodontitis according to orthopantomogram and cone-beam computed tomography. *Pol Merkuriusz Lekarski*. 2021;49(292):286-9.
 36. Cetmili H, Tassoker M, Sener S. Comparison of cone-beam computed tomography with bitewing radiography for detection of periodontal bone loss and assessment of effects of different voxel resolutions: an in vitro study. *Oral Radiol*. 2019;35(2):177-83.
 37. Adurty C, Tejaswi K, Shivani C, Navya D, Gopinath C, Dhudipalla R. Accuracy of digital intraoral periapical radiography and cone-beam computed tomography in the measurement of intrabony defects: A comparative study. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2021;25(6):491-5.
 38. Zhang X, Li Y, Ge Z, Zhao H, Miao L, Pan Y. The dimension and morphology of alveolar bone at maxillary anterior teeth in periodontitis: a retrospective analysis using CBCT. *Int J Oral Sci*. 2020;12(1):4.
 39. Nikolic J, Barac M, Jancovic S, Aleksc Z, Spin R, Wensel A. Effect of section thickness on cone beam computed tomography-based measurements of intrabony defects compared with clinical measurements. *Journal of Periodontology*. 2021;2(5):670-7.
 40. Haas L, Zimmermann G, De Luca G, Flores C, Corrêa M. Precision of cone beam CT to assess periodontal bone defects: a systematic review and meta-analysis. 2018;47(2):20170084.
 41. Woelber J, Fleiner J, Rau J, Ratka P, Hannig C. Accuracy and usefulness of CBCT in periodontology: A systematic review of the literature. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2018;38(2):289-97.
 42. Zhang Z, Jia Y, Zhang Y, Xiao L, Li XY, Li G. Comparison of clinical values in decision making between cone beam CT and conventional approach in furcation involvement of maxillary molar. 2018;53(8):529-32.
 43. Arunachalam D, Varghese S. Assessment of diagnostic accuracy of intraoral digital radiography when compared to cone-beam computed tomography for assessment of vertical defect depth in grade 2 furcation defects. *Indian Journal of Public Health*

- Research and Development. 2019;10(11):3549-53.
44. Yusof N, Noor E, Reduwan N, Yusof M. Diagnostic accuracy of periapical radiograph, cone beam computed tomography, and intrasurgical linear measurement techniques for assessing furcation defects: a longitudinal randomised controlled trial. *Clin Oral Investig.* 2021;25(3):923-32.
45. Zhao H, Wang N, Ding Y, Zheng H, Qian J. Accuracy of cone beam computed tomography in assessing maxillary molar furcation involvement. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2020;38(3):270-3.
46. Zhang W, Foss K, Wang B. A retrospective study on molar furcation assessment via clinical detection, intraoral radiography and cone beam computed tomography. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):75.
47. Hirashima S, Kanazawa T, Ohta K, Nakamura K. Three-dimensional ultrastructural imaging and quantitative analysis of the periodontal ligament. *Anat Sci Int.* 2020;95(1):1-11.
48. Gonçalves B, de Araújo E, Nussi A, Bechara N, Sarmento D, Oliveira M, et al. Texture analysis of cone-beam computed tomography images assists the detection of furcal lesion. *J Periodontol.* 2020;91(9):1159-66.
49. Aparna C, Rahul B. Cone-beam computed tomography in periodontal diagnosis and treatment planning. *J Health Allied SciNU.* 2022;12:343-9.
50. Assiri H, Dawasaz A, Alahmari A, Asiri Z. Cone beam computed tomography (CBCT) in periodontal diseases: a systematic review based on the efficacy model. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):191.
51. Kim D, Bassir S. When is cone-beam computed tomography imaging appropriate for diagnostic inquiry in the management of inflammatory periodontitis? An American Academy of Periodontology best evidence review. *J Periodontol.* 2017;88(10):978-98.
52. Ruetters M, Juerchott A, El Sayed N, Heiland S, Bendszus M, Kim T. Dental magnetic resonance imaging for periodontal indication - a new approach of imaging residual periodontal bone support. *Acta Odontol.* 2019;77(1):49-54.
53. Probst M, Burian E, Robl T, Weidlich D, Karampinos D, Brunner T, et al. Magnetic resonance imaging as a diagnostic tool for periodontal disease: A prospective study with correlation to standard clinical findings. Is there added value? *J Clin Periodontol.* 2021;48(7):929-48.
54. Juerchott A, Sohani M, Schwindling F, Jende J, Kurz F, Rammelsberg P, et al. Comparison of non-contrast-enhanced dental magnetic resonance imaging and cone-beam computed tomography in assessing the horizontal and vertical components of furcation defects in maxillary molars: An in vivo feasibility study. *J Clin Periodontol.* 2020;47(12):1485-95.
55. Tattan M, Sinjab K, Lee E, Arnett M, Oh T, Wang H, et al. Ultrasonography for chairside evaluation of periodontal structures: A pilot study. *J Periodontol.* 2020;91(7):890-9.
56. Nguyen K, Pachêco C, Kaipatur N, Cheung J, Major P, Le L. Comparison of ultrasound imaging and cone-beam computed tomography for examination of the alveolar bone level: A systematic review. *PLoS One.* 2018;13(10):e0200596.
57. Nguyen K, Le L, Kaipatur N, Zheng R, Lou E, Major P. High-resolution ultrasonic imaging of dento-periodontal tissues using a multi-element phased array system. *Ann Biomed Eng.* 2016;44(10):2874-86.