

## **Evaluación de recesiones gingivales tomadas con sonda periodontal en comparación con tecnología CAD. Una revisión de alcance**

### **Evaluation of gingival recessions taken with a periodontal probe compared to CAD technology. A scoping review**

**María Mercedes Gómez Maya.** Odontóloga, Especialista en Periodoncia, Pontificia Universidad Javeriana. [m\\_gomezm@javeriana.edu.co](mailto:m_gomezm@javeriana.edu.co)

**Camilo Serna López.** Odontólogo, Especialista en Periodoncia, Pontificia Universidad Javeriana. [serna.c@javeriana.edu.co](mailto:serna.c@javeriana.edu.co)

**Ricardo Ernesto Dueñas Villamil.** Odontólogo, Especialista en Periodoncia, Magister en Microbiología, Pontificia Universidad Javeriana. Director del posgrado de periodoncia, Facultad de Odontología, Pontificia Universidad Javeriana. [reduenas@javeriana.edu.co](mailto:reduenas@javeriana.edu.co)

#### **RESUMEN:**

**Objetivo:** Proporcionar una revisión general de las publicaciones disponibles sobre la evaluación de resultados y estabilidad en el tiempo del diagnóstico y tratamiento de recesiones gingivales (RG) tomadas con tecnología CAD y con sonda periodontal.

**Introducción:** Los métodos de medición convencionales de RG están sujetos a errores inherentes a la técnica e instrumental. El uso de la tecnología CAD (escaneo intraoral) se ha venido utilizando ampliamente en odontología para diferentes procesos lo cual se ha visto que proporciona precisión en el diagnóstico y en el resultado de los tratamientos.

**Criterios de inclusión:** Se incluyen artículos en inglés que comparen mediciones de RG hechas por medios digitales como el CAD/CAM comparado con mediciones convencionales de sonda periodontal, artículos de cualquier tipo y nivel de evidencia sin evaluar su calidad, y tipo de intervención.

**Métodos:** Se hace una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Ebscohost, Clinical Key, Epistemonikos, Lilacs, Scielo y Latindex y búsqueda manual y revisión en libros.

**Resultados:** Se incluyen 4 artículos los cuales evalúan RG por medios digitales. Las publicaciones disponibles sugieren que los medios digitales proporcionan precisión y reproducibilidad de las mediciones periodontales utilizando flujos de trabajo fáciles de usar en la práctica diaria odontológica.

**Conclusión:** Los sistemas digitales proporcionan mayor precisión de las medidas y menores variaciones inter e intra operador facilitando el seguimiento del tejido periodontal a largo plazo. Sin embargo, hace falta más evidencia científica que justifique su uso en la consulta diaria.

**Palabras clave:** Diseño asistido por computadora, encía, recesión gingival, procesamiento de imágenes, asistido por computadora / estadísticas y datos numéricos, variación del observador, periodoncia / instrumentación, reproducibilidad de resultados / estadísticas y datos numéricos

## **ABSTRACT:**

**Objective:** To provide a general review of the available publications on the evaluation of results and stability over time of the diagnosis and treatment of gingival recessions (GR) taken with CAD technology and with a periodontal probe.

**Introduction:** Conventional GR measurement methods are subject to inherent technical and instrumental errors. The use of CAD (intraoral scanning) technology has been widely used and dentistry for different processes which has been seen to provide precision in diagnosis and in the result of treatments.

**Inclusion criteria:** Articles in English are included that compare GR measurements made by digital means such as CAD / CAM compared with conventional periodontal probe measurements, articles of any type and level of evidence without evaluating their quality and type of intervention.

**Methods:** A search is made in the Pubmed, Ebscohost, Clinical Key, Epistemonikos, Lilacs, Scielo and Latindex databases and manual search and book review.

**Results:** 4 articles are included, which evaluate GR while 6 were excluded because refer to different periodontal tissues such as alveolar ridges, papillae and gingival enlargements. The available ones suggested that digital means provide precision and reproducibility of periodontal measurements using easy-to-use workflows in daily dental practice.

**Conclusion:** digital systems provide greater measurement precision and lower inter- and intra-operator variations, facilitating long-term follow-up of periodontal tissue. However, more scientific evidence is needed to justify its use in the daily consultation.

**Keywords:** Computer-Aided Design, gingiva, gingival Recession, image Processing, Computer-Assisted/statistics and numerical data, Observer Variation, periodontics/instrumentation, reproducibility of results/statistics and numerical data

## **Introducción**

Actualmente las sondas periodontales se usan para medir diferentes afecciones de los tejidos blandos en la salud y las enfermedades alrededor de dientes e implantes. Esta herramienta manual es importante para el diagnóstico de la enfermedad periodontal y condiciones mucogingivales; así mismo, para la evaluación del tratamiento periodontal. Este instrumento permite al clínico determinar la profundidad al sondaje y el nivel de pérdida de inserción, presencia de inflamación (sangrado y supuración al sondaje), presencia de placa y cálculos e irregularidades en la superficie radicular, de igual manera, el ancho del tejido queratinizado, la altura de la papila y la magnitud de RG (1, 2).

Los métodos de sondaje actuales están sujetos a varios errores. Las variaciones en el sondaje son evidentes entre diferentes examinadores y en diferentes sitios para un solo examinador (3). Las sondas periodontales varían en su diseño en cuanto a longitud, diámetro, escala de medición, entre otros. Por otro lado, la angulación de la sonda y la dimensión de la punta afecta la reproducibilidad, lo cual es difícil de estandarizar dando variabilidad en el diagnóstico y así mismo en la medición de RG y el éxito de su cubrimiento. También se deben considerar los errores en la evaluación visual, el redondeo al milímetro más cercano, los errores de registro, las variaciones en las marcas de la sonda y la cooperación del paciente (4). Varias sondas automatizadas sensibles a la presión se han introducido para redimir el factor de variabilidad de la fuerza, pero estudios han demostrado resultados variables (5).

El periodonto comprende los tejidos especializados de soporte del diente (encía, ligamento periodontal, cemento radicular y hueso alveolar). Su función principal es unir el diente con el tejido óseo de los maxilares para mantener la integridad de la superficie de la mucosa masticatoria de la cavidad oral. El periodonto experimenta ciertos cambios con la edad, y además, está sujeto a cambios morfológicos relacionados con alteraciones funcionales y alteraciones en el medio oral (11). Estos cambios pueden representar deformidades mucogingivales siendo las RG y la falta de tejido queratinizado las más comunes (6).

Un fenotipo periodontal delgado, la ausencia de encía adherida y la reducción del grosor del hueso alveolar debido a la posición anormal del diente en el arco se consideran factores de riesgo para el desarrollo de RG (12, 13, 14). La presencia de encía adherida se considera importante para el mantenimiento de la salud gingival. Se considera que debe haber alrededor de 2 mm de tejido queratinizado y 1 mm de encía adherida alrededor de los dientes para mantener la salud periodontal. Aunque se requiere una cantidad mínima de tejido queratinizado, no es necesario para evitar la pérdida de inserción cuando existe un control óptimo de la placa (12).

Existen diferentes clasificaciones de RG encaminadas al diagnóstico y el tratamiento de estas deformidades. Miller (1985), Giovanpaolo Pini-Prato et al. (2010) y Cairo et al. (2011) describen diferentes maneras de evaluarlas las cuales pueden ser aplicadas en la práctica diaria (34, 35, 20).

Cuando se evalúa el efecto de diferentes modalidades terapéuticas, estos errores metodológicos pueden tener un impacto significativo en los resultados, lo que podría llevar a una mala interpretación de los resultados del diagnóstico y tratamiento de RG. Por lo tanto, se justifican técnicas más precisas para las mediciones clínicas, lo que permite una recopilación de datos más exactos y la interpretación de cambios incluso mínimos (2).

Las sondas periodontales son usadas en el diagnóstico, evaluación y seguimiento de las RG. Esta condición se define como un desplazamiento apical del margen gingival causado por diferentes condiciones o patologías. Entre las consecuencias de las RG y la exposición de la raíz, se encuentran el deterioro en la estética, la caries radicular, las lesiones cervicales no cariosas y la hipersensibilidad dentinal (6). Clínicamente, las RG se miden en milímetros desde el margen gingival a la unión amelocementaria con la ayuda de la sonda periodontal; sin embargo, se considera que este método es semi cuantitativo e inexacto (32). Al evaluar el efecto de diferentes modalidades terapéuticas, un error de medición de este defecto mucogingival de aproximadamente 1mm o más, puede tener un impacto significativo en los resultados, lo que podría conducir a una mala interpretación en el seguimiento del tratamiento.

Las tecnologías digitales en odontología se han introducido para diferentes propósitos. Comúnmente, se utilizan para el diseño asistido por computadora de componentes protésicos, escaneo óptico de la superficie, análisis de datos radiográficos, planificación de implantes asistida por computadora, producción de guías quirúrgicas etc (2). Uno de los dispositivos digitales usado en la actualidad es el CAD/CAM (Computer-Aided Design: diseño asistido por computadora. Computer-Aided Manufacturing: fabricación asistida por computadora) el cual es principalmente utilizado para el diseño y manufactura de elementos restaurativos. En esta tecnología se utilizan los computadores para el diseño y la fabricación de productos con

mayor precisión y a menor costo. Utilizando el CAD/CAM el usuario representa gráficamente el diente en el software de dibujo, ingresa los parámetros de corte, realiza la simulación del mecanizado y obtiene automáticamente el programa el cual transmite a la máquina para el mecanizado real del diente (8). Los objetos en imágenes obtenidas a partir de la exploración óptica de la superficie se pueden ampliar y ver desde diferentes direcciones, e incluso se pueden realizar mediciones que incluyen análisis lineales y volumétricos (9, 10). Por lo tanto, podría ser provechoso utilizar imágenes digitales y mediciones basadas en software para la recopilación de datos en la investigación periodontal. La correlación inter e intra operador podría verse mejorada, y aumentar la calidad y confiabilidad de la adquisición de los datos. Se ha establecido que la aplicación del flujo de trabajo digital para las mediciones de las RG tiene el potencial de mejorar la calidad de la información en la investigación clínica (2). Teniendo en cuenta que este sistema se ha convertido en una herramienta de uso cotidiano en la práctica clínica, el escaneo intraoral podría ser utilizado para medir la estabilidad en el tiempo de un procedimiento quirúrgico de cubrimiento radicular.

El uso de la tecnología CAD (escaneo intraoral) en la valoración de dientes con RG y su cubrimiento radicular por medio de cirugía mucogingival, en comparación con mediciones clínicas con sonda periodontal es importante para el uso clínico odontológico porque mejora la objetividad en el diagnóstico de la RG, determinación de los resultados del cubrimiento radicular y su estabilidad, por medio de una imagen tridimensional reproducible en el tiempo, para hacer comparaciones y evaluar la evolución del procedimiento. Adicionalmente, optimiza una herramienta que está al alcance del odontólogo dando así la posibilidad de reevaluar la condición inicial del paciente y su estado actual después de realizado el tratamiento. El uso de esta tecnología en tejidos blandos mejora el manejo integral de los pacientes.

Se han desarrollado otros métodos de medición del tejido blando como la fotografía oral, imágenes radiográficas, sonda transgingival, ultrasonido, tomografía de haz cónico (CBCT) y escaneo con láser (45). Sin embargo, estos métodos no han sido estandarizados y no representan resultados precisos y confiables que se puedan reproducir en el tiempo.

Se ha realizado una búsqueda preliminar de los exámenes de alcance y sistemáticos existentes sobre el tema el 3 de febrero de 2021 en las bases de datos Pubmed, Ebscohost, Clinical Key, Epistemonikos, Lilacs, Scielo y Latindex.

**Objetivo:**

Realizar una revisión general de las publicaciones disponibles sobre la evaluación de resultados y estabilidad en el tiempo del diagnóstico y tratamiento de RG tomadas con tecnología CAD y con sonda periodontal y presentar los resultados ya sean cualitativos o cuantitativos por medio de una revisión de alcance.

**Pregunta:**

Frente a la necesidad de tener una información precisa sobre los tejidos blandos periodontales se formula la siguiente pregunta: ¿Qué evidencia científica hay disponible para la evaluación de resultados y estabilidad en el tiempo del diagnóstico y tratamiento de RG tomadas con tecnología CAD y con sonda periodontal?

### **Criterios de inclusión:**

Para responder la pregunta guía de esta revisión se incluyen artículos en inglés que comparen mediciones de RG hechas por medios digitales como el CAD/CAM comparado con mediciones convencionales de sonda periodontal. Se incluyen artículos de cualquier tipo y nivel de evidencia sin evaluar su calidad, e igualmente se toman en cuenta publicaciones con cualquier tipo de intervención.

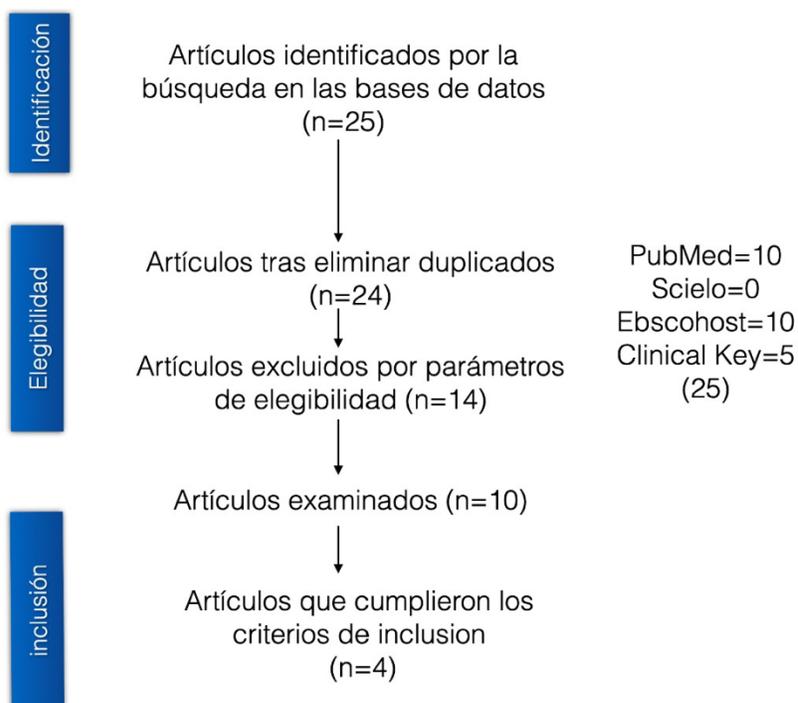
### **Criterios de exclusión:**

Se excluyen artículos que evalúen tejidos periodontales diferentes a RG como rebordes alveolares, papilas y agrandamientos gingivales. Se excluyen también aquellos que utilizaran métodos de mediciones diferentes como fotografía intraoral y láser.

### **Resultados:**

- **Estrategia de búsqueda:**

Se hace una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Ebscohost, Clinical Key, Epistemonikos, Lilacs, Scielo y Latindex utilizando los siguientes términos mesh: ((((((Computer-Aided Design) AND (Gingiva)) OR (Gingival Recession)) AND (Image Processing, Computer-Assisted/statistics and numerical data)) AND (Observer Variation)) AND (Periodontics/instrumentation)) AND (Reproducibility of Results/statistics and numerical data). Adicionalmente se hace búsqueda manual y revisión en libros.



- **Extracción de datos:**

De los 10 artículos revisados se incluyen 4 que evalúan RG con métodos digitales y se excluyen 6 que hacen referencia a tejidos periodontales diferentes como rebordes alveolares, papilas y agrandamientos gingivales. Se encontró una revisión de la literatura, un reporte de caso y artículos observacionales. No se encontraron revisiones sistemáticas, metaanálisis y/o cartas de autores. A continuación, se presenta un resumen de las publicaciones revisadas.

## Artículos incluidos:

Autores	Año	País	Objetivo	Población de estudio	Metodología	Resultados	Hallazgos relevantes
Lehman K M. et al	2012	Alemania	Determinar si el escaneo óptico 3D y los procedimientos de superposición podrían usarse para la evaluación volumétrica reproducible de la recesión gingival. La hipótesis nula fue que el volumen de recesión gingival podría determinarse con un alto grado de reproducibilidad.	Se tomaron impresiones de silicona de modelos maestros mandibulares y maxilares, y se produjeron ocho réplicas de yeso de cada modelo maestro.	Cada réplica se escaneó 10 veces con un sistema óptico 3D, y los conjuntos de datos 3D que representan los modelos de referencia de diseño asistido por computadora se calcularon utilizando un método de triangulación. Las marcas que designaban la recesión gingival se rasparon en los segmentos anteriores de las réplicas. Las réplicas modificadas se escanearon luego 10 veces, y se calcularon conjuntos de datos 3D y posteriormente se superpusieron. Las diferencias en el volumen de la recesión gingival se registraron con referencia a los datos iniciales.	La determinación del volumen de recesión gingival fue muy reproducible. Para todas las réplicas, el método óptico 3D mostró pequeñas desviaciones estándar y coeficientes de correlación intraclase entre 0,997 y 0,999.	Este nuevo método permite la evaluación volumétrica reproducible de las marcas de recesión gingival en las réplicas de yeso. Se necesitan ensayos clínicos adicionales para confirmar estos hallazgos in vitro. Este método permite al operador controlar la progresión volumétrica del tejido blando periodontal, por ejemplo, después de los procedimientos de cobertura radicular y detectar recaídas en una etapa temprana.
Schneider D. et al	2014	Suiza	Investigar la precisión de la determinación digital de la recesión gingival y la altura de la papila en modelos de mandíbula virtual.	6 voluntarios con recesiones gingivales vestibulares de al menos 2mm. Un total de 30 sitios fueron evaluados	Se midieron recesiones y altura papilar en al menos 30 sitios por 5 examinadores usando los siguientes métodos: (A) medidas directas con sonda periodontal o (B) en modelos de yeso usando un calibrador, (C) medidas digitales en modelos virtuales obtenidas por escaneo óptico intraoral, o (D) en modelos de yeso utilizando el mismo software. Las medidas se repitieron a la semana y se analizaron las correlaciones intraclase, intraoperador e interoperador de los cuatro métodos de medición.	El mayor desacuerdo entre la 1ª y la 2ª medición se identificó para el método A. Las recesiones se midieron con menor fiabilidad que las papilas. La mejor concordancia entre los métodos se encontró en los digitales (C y D). En cuanto a la altura de la papila, se obtuvieron valores aumentados cuando se aplicó el método D en comparación con ambas evaluaciones clínicas. Para la recesión gingival, el método A midió los valores más altos.	El uso de tecnologías digitales mediante escaneo intraoral o escaneo de modelos de yeso mejoró la reproducibilidad y redujo la varianza de las mediciones dentro de un individuo y entre diferentes investigadores.
Hytham N F.	2019	Arabia Saudita	Evaluar la reproducibilidad de las mediciones digitales de la recesión gingival en comparación con las mediciones convencionales tomadas clínicamente con sondas periodontales.	Se midieron recesiones gingivales en 97 sitios de por 4 examinadores	Utilizando los siguientes métodos: CP, medición directa de la recesión gingival utilizando la sonda periodontal de William por vía intraoral; CC, medidas en modelos con calibrador; DP, medida digital sobre modelos virtuales obtenidos por escaneo intraoral, y DC, medidas digitales sobre modelos virtuales de modelos dentales. Se analizaron las correlaciones intraclase e interevaluador. Se dibujaron gráficos de Bland Altman para determinar visualmente la magnitud de las diferencias en cualquier medida dada por pares.	En este estudio, se observó una buena confiabilidad entre métodos para casi todos los examinadores con un rango de 0,907 a 0,918, excepto para un examinador (0,837). Los mayores desacuerdos entre los evaluadores se observaron por métodos; CP (0,631) seguido de CC (0,85), mientras que las mejores concordancias se observaron para los métodos DP (0,9) seguido de DC (0,872).	Las variaciones en las mediciones entre examinadores se pueden reducirse mediante el uso de tecnologías digitales en comparación con los métodos convencionales. La reproducibilidad mejorada de las mediciones obtenidas a través del escaneo intraoral aumentará la validez y confiabilidad de los estudios futuros que comparan diferentes modalidades de tratamiento para la cobertura radicular.
Wei D. et al	2020	Alemania	Evaluar la precisión de las impresiones digitales intraorales para el contorno gingival capturado en la zona estética in vivo.	5 participantes con la dentición superior completa	Se tomaron tres imágenes utilizando dos sistemas de scanner intraoral (IOS) (3Shape TRIOS Color, TRC; CEREC Omnicam, OC) respectivamente; Se tomaron tres impresiones convencionales (IC) utilizando materiales de polivinilsiloxano. Los IC de todos los participantes se grabaron y luego se digitalizaron con un modelo de escáner (iScan D103i; Imetric). La precisión se evaluó superponiendo tres conjuntos de datos STL repetidos por participante dentro de cada grupo y calculando los valores percentiles (90-10) / 2. Los CI fueron la referencia para evaluar el nivel de error del sistema de los dos sistemas IOS a partir del valor real. Se superpusieron modelos digitales de CI y de cada grupo IOS y se calcularon (desviación media positiva-desviación media negativa) / 2 [desviación media negativa, desviación media positiva] para evaluar el nivel de veracidad de los dos sistemas IOS.	Para la adquisición de tejidos blandos, los resultados de precisión de cada grupo fueron 45,10 ± 12,54 µm en TRC, 66,04 ± 13,46 µm en OC y 63,66 ± 17,19 µm en IC (TRC vs OC, p < 0,001; TRC vs IC, p = 0,001; OC frente a IC, p = 0,66). Los resultados de veracidad fueron 80,12 ± 8,69 [-11,2,10 ± 9,88; 48,13 ± 13,79] µm en TRC y 82,70 ± 8,85 [-12,41 ± 15,40; 43,98 ± 11,86] µm (p > 0,05).	En situaciones dentadas, los dos sistemas IOS probados lograron una precisión clínicamente satisfactoria para capturar el contorno gingival en el maxilar anterior, con una precisión comparable o superior a la IC. TRC logró una veracidad similar y un mayor nivel de precisión en comparación con OC. Las impresiones digitales intraorales podrían ser un método recomendado para registrar el contorno gingival tridimensional en la zona estética.

## Artículos excluidos:

Autores	Año	País	Objetivo	Población de estudio	Metodología	Resultados	Hallazgos relevantes
Thomason JM et al	2005	UK	Desarrollar una técnica que podría usarse para evaluar con precisión los cambios de volumen gingival observados en los agrandamientos gingivales inducidos por fármacos mediante el análisis de datos obtenidos de una superficie gingival completa por medio de imágenes tridimensionales (3D).	4 pacientes con agrandamientos gingivales inducidos por medicamentos a los cuales se les iba a realizar procedimientos de gingivectomía.	Modelos de yeso de pacientes antes y después de procedimientos de gingivectomía se digitalizaron con un escáner láser. Se llevó a cabo una comparación de superficies superpuestas "antes" y "después" para evaluar y cuantificar con precisión los cambios en el contorno gingival.	La reducción media de tejido varió de 1,58 a 2,56 mm en los cuatro sujetos del estudio, y se muestran las diferencias individuales. La media general de las mediciones realizadas en cuatro sujetos fue 2,15 (0,60) mm	Esta metodología de análisis de modelos digitalizados ha demostrado que es capaz de proporcionar objetivos y evaluación del cambio morfológico, lo que lo hace adecuado para la evaluación de pequeños cambios en el contorno gingival. Como tal, sería un método ideal para evaluar los cambios longitudinales en el contorno gingival como se observa en el desarrollo del agrandamiento gingival, su recurrencia después de la cirugía o los cambios de volumen provocados por la cirugía.
Windisch et al	2007	Suiza	Evaluar la reproducibilidad y la precisión de las mediciones volumétricas de muestras que imitan defectos localizados del reborde alveolar utilizando un sistema óptico 3D.	8 pares de muestras (5 con un cuboide y 3 con una forma geoméricamente compleja) para las mediciones.	Cada muestra imitó un defecto de reborde preoperatorio y una situación postoperatoria correspondiente corregida quirúrgicamente. Las diferencias de volumen entre dos muestras se evaluaron mediante una máquina de medición de coordenadas 3D mecánica o mediante cálculo informático (controles). Se capturaron los volúmenes de los pares de muestras y se digitalizaron los datos. Las diferencias de volumen entre las situaciones preoperatorias y postoperatorias simuladas se calcularon restando los dos valores obtenidos. La precisión del sistema óptico 3D se evaluó comparando la prueba y los valores de control. La diferencia entre estos valores describe el error sistemático del método de prueba. La reproducibilidad se evaluó calculando los coeficientes de variación de las mediciones repetidas del volumen de prueba. Se aplicó estadística descriptiva.	La precisión del sistema óptico 3D fue muy alta y las diferencias entre las mediciones de prueba y de control nunca superaron el 1,5%. El error sistemático de las mediciones de prueba fue constantemente inferior a 2,5 mm <sup>3</sup> . La reproducibilidad de las mediciones mostró coeficientes de variación muy bajos que van desde 0.05% a 0.5%, lo que indica una excelente reproducibilidad.	El sistema óptico 3D probado mostró una excelente precisión y alta reproducibilidad para medir las diferencias de volumen entre las muestras que imitan defectos localizados del reborde alveolar antes y después de los procedimientos de aumento.

Strebel J. et al	2009	Suiza	Validar clínicamente un procedimiento fácil de usar en el sillón para documentar los cambios volumétricos en la región de la papila interdental.	9 pacientes voluntarios sanos (5 mujeres, 4 hombres entre 17 y 32 años) con alto nivel de higiene oral y salud gingival, es decir, sin profundidad de sondaje > 3 mm, sin sangrado al sondaje y sin placa en el área de examen (la región intercanina del maxilar superior).	Se aplicó una capa delgada de un material de resina compuesta fluida sobre una papila y se analizó volumétricamente utilizando el método clínico 3D CAD / CAM. Para medir con precisión los volúmenes aplicados, el volumen de resina compuesta también se determinó mediante tomografía microcomputada (m-CT) y mediciones de peso. Además, las diferencias entre examinadores e intraevaluadores se evaluaron de la misma manera utilizando una unidad de entrenamiento dental (fantoma) para simular condiciones clínicas.	No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos por m-CT y las medidas de peso. El método CAD / CAM 3D mostró una subestimación significativa del volumen de resina compuesta ( $P = 0,0047$ ) en comparación con m-CT, aunque los dos métodos se correlacionaron bien ( $R2 = 0,991$ ). Se encontró una alta precisión cuando se evaluaron las diferencias entre examinadores e intraexaminadores, mostrando un coeficiente de correlación de concordancia de 0,99.	El software y el dispositivo CAD / CAM 3D son un método fácil de usar junto al sillón para documentar cambios en los tejidos blandos.
Yin J. et al	2017	China	Reporte de caso de una paciente que presentó inflamación gingival y un contorno asimétrico de la encía marginal de los dientes superiores anteriores debido a que las coronas cerámicas habían violado el ancho biológico.	Mujer de 30 años de edad con encía roja e inflamada en dientes anterosuperiores (11,21 y 22)	Para ayudar en la reconstrucción exitosa de la encía marginal del paciente, creamos una plantilla de impresión 3D y coronas provisionales utilizando estrategias CAD / CAM. En nuestro caso clínico, describimos la técnica totalmente digitalizada que utilizamos para reconstruir el contorno de la encía marginal en la zona estética.	Reporte de caso	El uso de plantillas de impresión 3D puede orientar a los médicos mientras realizan CLS precisos. Las coronas provisionales CAD / CAM se pueden utilizar para inducir el crecimiento de la papila interdental y mantener la encía sana. Los resultados de nuestro informe de caso ilustran que puede ser útil para los médicos utilizar técnicas CAD / CAM para pacientes cuyo tratamiento requiere la reconstrucción de un contorno ideal de la encía marginal en la zona estética, como en los dientes superiores anteriores.
Yen H et al.	2018	USA	Realizar una revisión de la literatura sobre materiales, técnicas y aplicaciones de CAD / CAM e impresión 3D disponibles para el aumento de la cresta alveolar.	Revisión de la literatura	Revisión de la literatura	Se han informado aplicaciones CAD / CAM para el fresado de injertos de bloque personalizados de origen alogénico, xenogénico y aloplástico, y actualmente solo hay productos limitados disponibles comercialmente. Las aplicaciones de impresión 3D se limitan a materiales de injerto aloplásticos y conchas de contención, y se han utilizado principalmente en estudios con animales para optimizar las propiedades de los biomateriales.	Si bien los datos actuales respaldan el uso potencial de CAD / CAM y la impresión 3D para la personalización del injerto para los procedimientos de aumento de la cresta alveolar, se necesita investigación adicional sobre la predictibilidad y la estabilidad a largo plazo de los sitios injertados.

Rancitelli D et al.	2017	Italia	Evaluar la concordancia de la medición intere intraoperatoria de un método destinado a evaluar la migración apicocoronar del margen gingival, mediante fotografía intraoral.	El método se probó en tejidos periimplantarios que recibieron un injerto de tejido conectivo en la segunda etapa quirúrgica. Se registraron 38 mediciones en 13 implantes en 8 pacientes	Se tomó una fotografía intraoral del injerto y la corona provisional, que encerró una marca circular con un diámetro previamente determinado. El sitio fue preparado con resina roja por el mismo técnico. Antes de la cementación de la corona, el investigador principal calibró el sitio con un calibrador digital, para determinar el diámetro preciso hasta dos números decimales.	En la fotografía intraoral se midió la distancia desde el punto más apical del hito determinado hasta el cenit de la encía, utilizando un programa de procesamiento de imágenes diseñado para imágenes científicas multidimensionales (ImageJ). Tres examinadores independientes tomaron estas medidas	La principal ventaja de la presente técnica no invasiva es que el plano espacial de las marcas protésicas es el mismo del diente a diferencia de la utilización de la sonda periodontal, que generalmente se coloca en diferentes planos en el espacio (generalmente más vestibular).
---------------------	------	--------	--	--	---	--	---

- **Análisis y presentación de resultados:**

A pesar de que la tecnología digital en odontología ha sido un tema de gran interés en la última década, es notable la carencia de publicaciones acerca de CAD/CAM y periodoncia. En esta revisión de alcance se ha podido ver múltiples artículos que hablan del uso de tecnologías digitales (CAD/CAM y fotografía intraoral) para la medición, precisión y reproducibilidad de tejidos blandos como margen gingival y papilas interdetales, así como reconstrucción de rebordes alveolares; sin embargo, estas publicaciones se han caracterizado por tener pequeños tamaños de muestra e intervenciones netamente observacionales. En cuanto a la evidencia acerca de CAD/CAM y recesiones gingivales específicamente, solo cuatro publicaciones hacen énfasis en esta deformidad mucogingival. No obstante, los cuatro autores mencionan que el uso de tecnologías digitales mediante escaneo intraoral o escaneo de modelos de yeso mejora la reproducibilidad y reduce la variación de la medición intra e inter operador. Resaltan que no es una técnica invasiva que puede reducir errores inherentes a los métodos convencionales como la sonda periodontal. Esta reproducibilidad mejorada de las mediciones obtenidas por escaneo óptico tridimensional aumenta la validez y la confiabilidad de estudios futuros que busquen comparar diferentes modalidades de tratamiento para la cobertura radicular.

**Discusión:**

Los sistemas de diseño asistido por computadora permiten rehabilitaciones más rápidas y precisas, con la posibilidad de hacer una simulación del tratamiento final. La evolución de la informática ha traído importantes ventajas y beneficios como es el diagnóstico y ejecución de tratamientos complejos. El mundo digital está tratando de suplantar el flujo de trabajo análogo tradicional y, con el tiempo, con el avance de las tecnologías, debería tender a ser el tratamiento de elección de nuestros pacientes (36).

El estudio de Schneider D. et al publicado en el 2014 investigó la precisión del escaneo digital de las RG y la altura de la papila en modelos mandibulares virtuales de 6 voluntarios (30 sitios) con este tipo de deformidades mucogingivales de al menos 2mm. El mayor desacuerdo entre la primera y segunda medida se encontró en los datos directos obtenidos con sonda periodontal, mientras que la mejor concordancia se encontró entre las medidas digitales en modelos virtuales obtenidas por escaneo óptico intraoral y modelos de yeso utilizando el mismo software. Este estudio corrobora la exactitud de los métodos digitales ya que demostraron que el escaneo intraoral mejora la reproducibilidad y reduce la variación de las mediciones entre diferentes investigadores cuando lo comparaban con la sonda periodontal (2). Se evidencia que el uso de tecnologías digitales mediante escaneo intraoral o escaneo de

modelos de yeso mejoró la reproducibilidad y redujo la varianza de las mediciones dentro de un individuo y entre diferentes investigadores.

Estos resultados fueron apoyados por el estudio de Hytham N. et al en el 2019 con los mismo objetivos de Schneider D. et al (2) de evaluar la reproducibilidad de las mediciones digitales de la recesión gingival en comparación con las mediciones convencionales tomadas clínicamente con sondas periodontales pero con una muestra de 97 sitios de la cavidad oral por 4 examinadores sitios siendo la muestra mas significativa que obtuvimos en nuestra revision de alcance en comparación con los demás artículos. En materiales y métodos utilizaron los siguientes criterios: CP, medición directa de la recesión gingival utilizando la sonda periodontal de William por vía intraoral; CC, medidas en modelos con calibrador; DP, medida digital sobre modelos virtuales obtenidos por escaneo intraoral, y DC, medidas digitales sobre modelos virtuales de modelos dentales siendo una constante la utilización de medidas digitales tomadas de dos formas DP obtenido por escaneo intraoral y DC con escaneo de modelos que podría ser un doble paso ya que se debe realizar una toma de modelo convencional para después digitalizarlo. Se analizaron las correlaciones intra e interevaluador otorgándole una calibración al estudio en la toma de medidas. Se dibujaron gráficos de Bland Altman para determinar visualmente la magnitud de las diferencias en cualquier medida dada por pares. En este estudio, se observó una buena confiabilidad entre métodos para casi todos los examinadores con un rango de 0.907 a 0.918, excepto para un examinador (0.837). Los mayores desacuerdos entre los evaluadores se observaron por métodos; CP (0,631) seguido de CC (0,85), mientras que las mejores concordancias se observaron para los métodos DP (0,9) seguido de DC (0,872), concluyendo que las variaciones en las mediciones entre examinadores pueden reducirse mediante el uso de tecnologías digitales en comparación con los métodos convencionales, además de una reproducibilidad mejorada de las mediciones obtenidas a través del escaneo intraoral que aumenta la validez y confiabilidad con el fin de no solo diagnosticar RG si no también observar los resultados obtenidos en los procedimientos de cubrimiento radicular y lograr comparar su estabilidad en el tiempo (32).

Wei D. et al publicaron un estudio en el 2020 donde evaluaron la precisión de las impresiones digitales intraorales para obtener el contorno gingival en la zona estética. Recolectaron una muestra de 5 participantes con criterio de inclusion de dentición superior completa. En materiales y métodos tomaron tres imagenes utilizando dos sistemas de scanner intraoral (IOS) (3Shape TRIOS Color, TRC; CEREC Omnicam, OC) respectivamente donde esto es un punto importante ya que cada escáner según la recolección de cuadros por segundo aumenta o disminuye la definición en la toma de modelos y de allí la exactitud de las medidas pudiendo variar la exactitud de las imágenes entre cada uno de ellos; Se tomaron tres impresiones convencionales (IC) utilizando materiales de polivinilsiloxano. Los IC de todos los participantes se tomaron y vaciaron para luego digitalizarlos como un modelo de escáner (IScan D103i, Imetric). La precisión se evaluó superponiendo tres conjuntos de datos STL repetidos por participante dentro de cada grupo y calculando los valores percentiles (90-10) donde es una forma a nuestro criterio de aumentar la validez interna del estudio. Los CI fueron la referencia para evaluar el nivel de error del sistema de los dos sistemas IOS a partir del valor real. Se superpusieron modelos digitales de CI y de cada grupo IOS y se calcularon (desviación media positiva-desviación media negativa) para evaluar el nivel de veracidad de

los dos sistemas IOS. Para la adquisición de imágenes donde determinarían la posición del margen gingival, los resultados de precisión de cada grupo fueron  $45,10 \pm 12,54 \mu\text{m}$  en TRC,  $66,04 \pm 13,46 \mu\text{m}$  en OC y  $63,66 \pm 17,19 \mu\text{m}$  en IC (TRC vs OC,  $p < 0,001$ ; TRC vs IC,  $p = 0,001$ ; OC frente a IC,  $p = 0,66$ ). Los resultados de veracidad fueron  $80,12 \pm 8,69$  [-  $112,10 \pm 9,88$ ,  $48,13 \pm 13,79$ ]  $\mu\text{m}$  en TRC y  $82,70 \pm 8,85$  [-  $121,41 \pm 15,40$ ,  $43,98 \pm 11,86$ ]  $\mu\text{m}$  ( $p > 0,05$ ). En situaciones dentadas, los dos sistemas IOS probados lograron una precisión clínicamente satisfactoria para capturar el contorno gingival en el maxilar anterior, con una precisión comparable o superior a la IC. TRC logró una veracidad similar y un mayor nivel de precisión en comparación con OC y reportaron que los sistemas de impresiones digitales utilizados lograron una precisión clínicamente satisfactoria para capturar el contorno gingival en zona anterior del maxilar, con una precisión comparable o superior a la de las impresiones convencionales. Refieren que las impresiones digitales intraorales podrían ser un método recomendado para registrar el contorno gingival tridimensional en la zona estética sin embargo la muestra podría ser insuficiente para llegar a ser concluyentes en este tema (37).

En el estudio de Lehmann K.M (39) en el 2012 buscan determinar si el escaneo óptico 3D y los procedimientos de superposición podrían usarse para la evaluación volumétrica reproducible de la RG por medio del escaneo de réplicas de modelos maestros. Se demostró que la determinación del volumen de RG fue muy reproducible con pequeñas desviaciones estándar. Concluyen que la determinación del volumen de RG es reproducible tanto en métodos análogos como en métodos digitales. Sin embargo, es pertinente resaltar que este método digital permite una evaluación volumétrica reproducible que permite al operador controlar la progresión de los cambios del tejido blando periodontal, por ejemplo, después de los procedimientos de cobertura radicular y detectar recaídas en una etapa temprana.

El método óptico 3D mostró pequeñas desviaciones estándar y coeficientes de correlación, siendo una tecnología de alto costo que según a la luz de estos resultados no se encuentran beneficios adicionales según los autores, aunque se puede pronosticar, que las técnicas digitales acabarán sustituyendo por completo a las análogas, mejorando la calidad de los diagnósticos, la economía de la práctica odontológica y también la percepción de nuestros pacientes, siendo cada vez mas accesible y precisa (40).

Según la evidencia disponible es indispensable realizar un adecuado diagnóstico de las condiciones mucogingivales para poder realizar un abordaje terapéutico que apunte a una solución estable a largo plazo de estas afecciones periodontales. Debido a las variaciones intra e inter-operador inherentes a las medidas convencionales con sonda periodontal es válido el uso de dispositivos digitales que se han estado utilizando satisfactoriamente para la rehabilitación protésica y darle una utilidad en el área de la periodoncia.

Con literatura disponible que hace énfasis en la importancia de las dimensiones del tejido blando periodontal para la planificación y el resultado exitoso del tratamiento, así como las expectativas de los pacientes con respecto a la “estética rosada”, se deben buscar formas de monitorear de manera conveniente y confiable la respuesta de los tejidos blandos a la terapia. Es por esto que se prefieren los métodos de medición estandarizados para evitar que la subjetividad influya en los resultados de la medición (45).

Los estudios publicados hasta la fecha sobre el tema son reducidos en cuanto a cantidad. Se han limitado a hacer intervenciones observacionales las cuales no proveen un nivel de evidencia suficiente para tomar decisiones en la práctica clínica encaminadas a mejorar la reproducibilidad de los datos periodontales. La evidencia actual es poca, sin embargo, ampliarla podría significar grandes logros para el ámbito periodontal mejorando la calidad del diagnóstico y el tratamiento.

### **Conclusión:**

La información disponible sobre la evaluación de resultados y estabilidad en el tiempo del diagnóstico y tratamiento de RG tomadas con tecnología CAD y con sonda periodontal sugiere que los sistemas digitales proporcionan mayor precisión de las medidas y menores variaciones inter e intra operador facilitando el seguimiento del tejido periodontal a largo plazo. Sin embargo, hacen falta más ensayos clínicos que soporten esta afirmación, y así mismo, publicaciones que evalúen la calidad de estos estudios como revisiones sistemáticas y meta análisis. Sigue siendo un campo de interés que fusiona la odontología con los avances tecnológicos encaminados a mejorar el abordaje terapéutico de los pacientes, pero hace falta evidencia científica que justifique su uso en la consulta diaria.

### **Referencias:**

1. L Mayfield I, G Bratthall, R Attström. Periodontal probe precision using 4 different periodontal probes. *J Clin Periodontol.* 1996 Feb;23(2):76-82. doi: 10.1111/j.1600-051x.1996.tb00538.x. PMID: 8849842.
2. Schneider D, Ender A, Truninger T, Leutert C, Sahrman P, Roos M, Schmidlin P. Comparison between clinical and digital soft tissue measurements. *J Esthet Restor Dent.* 2014 May-Jun;26(3):191-9. doi: 10.1111/jerd.12084.
3. Gabathuler H. A pressure-sensitive periodontal probe. *Helv. Odont. Acta.* 1971. 15, 114-11.
4. Listgarten M. Periodontal probing: what does it mean? *Journal of clinical periodontology.* 1980. 7(3), 165-176. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.1980.tb01960.x>
5. Walsh T, Saxby M. Inter-and intra-examiner variability using standard and constant force periodontal probes. *Journal of clinical periodontology.* 1989.16(3), 140-143.
6. Cortellini P, Bissada. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *J Periodontol.* 2018 Jun;89 Suppl 1:S204-S213. doi: 10.1002/JPER.16-0671.
7. Pini-Prato G, Franceschi D, Cairo F, Nieri M, Rotundo R. Classification of dental surface defects in areas of gingival recession. *J Periodontol.* 2010 Jun;81(6):885-90. doi: 10.1902/jop.2010.090631.
8. García J. Tecnología avanzada del diseño y manufactura asistidos por computador CAD/CAM. Universidad Autónoma del Caribe. vol. 4, núm. 2006 enero-junio
9. Windisch SI, Jung RE, Sailer I, Studer SP, Ender A, Hämmerle CH. A new optical method to evaluate three-dimensional volume changes of alveolar contours: a methodological in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2007 Oct;18(5):545-51. Epub 2007 Jun 21.
10. Schneider D1, Grunder U, Ender A, Hämmerle CH, Jung RE. Volume gain and stability of peri-implant tissue following bone and soft tissue augmentation: 1-year results from a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res.* 2011 Jan;22(1):28-37. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.01987.x. Epub 2010 Oct 6.

11. Lindhe J, Karring, T, Lang, NP. Periodontología clínica e implantología odontológica/Clinical Periodontology and Implant Dentistry. Ed. Médica Panamericana. 2009
12. Scheyer ET1, Sanz M, Dibart S, Greenwell H, John V, Kim DM, Langer L, Neiva R, Rasperini G. Periodontal soft tissue non-root coverage procedures: a consensus report from the AAP Regeneration Workshop. *J Periodontol.* 2015 Feb;86(2 Suppl):S73-6. doi: 10.1902/jop.2015.140377.
13. Kassab MM, Cohen RE. The etiology and prevalence of gingival recession. *The Journal of the American Dental Association*, 2003 134(2), 220-225.
14. Zweers J1, Thomas RZ, Slot DE, Weisgold AS, Van der Weijden FG. *J Clin Periodontol.* Characteristics of periodontal biotype, its dimensions, associations and prevalence: a systematic review. 2014 Oct;41(10):958-71. doi: 10.1111/jcpe.12275. Epub 2014 Aug 27
15. Bollen AM1, Cunha-Cruz J, Bakko DW, Huang GJ, Hujoel PP. The effects of orthodontic therapy on periodontal health: a systematic review of controlled evidence. *J Am Dent Assoc.* 2008 Apr;139(4):413-22.
16. Joss-Vassalli I1, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2010 Aug;13(3):127-41. doi: 10.1111/j.1601-6343.2010.01491.x.
17. Merijohn GK. Management and prevention of gingival recession. *Periodontology* 2000, 2016 71(1), 228-242.
18. Cairo F1, Pagliaro U, Nieri M. Treatment of gingival recession with coronally advanced flap procedures: a systematic review. *J Clin Periodontol.* 2008 Sep;35(8 Suppl):136-62. doi: 10.1111/j.1600-051X.2008.01267.x.
19. Chambrone L1, Tatakis DN. Periodontal soft tissue root coverage procedures: a systematic review from the AAP Regeneration Workshop. *J Periodontol.* 2015 Feb;86(2 Suppl):S8-51. doi: 10.1902/jop.2015.130674.
20. Cairo F1, Nieri M, Cincinelli S, Mervelt J, Pagliaro U. The interproximal clinical attachment level to classify gingival recessions and predict root coverage outcomes: an explorative and reliability study. *J Clin Periodontol.* 2011 Jul;38(7):661-6. doi: 10.1111/j.1600-051X.2011.01732.x. Epub 2011 Apr 20.
21. Zucchelli G, Gori G. Cirugía estética mucogingival. Quintessence. 2014
22. Gómez APA, Rodríguez AMO, Ramírez AFV, Acuña BJH, Ruiz CA, Rojas CAB, Arregoces FME. Fundamentos de la odontología: periodoncia. Pontificia Universidad Javeriana. 2007
23. Urdaneta M, Yáñez L, Torres B, Vega A, Urdaneta O. Incrustaciones de porcelana por el método CAD/CAM. *Ensayo clínico. Ciencia Odontológica.* 2012. 9(2), 123-130.
24. Daniel J Poticny, James Klim, Grand Prairie. CAD/CAM in-office technology: innovations after 25 years for predictable, esthetic outcomes, , TX, USA. djpoticny@earthlink.net, PMID: 20516108, DOI: 10.14219/jada.archive.2010.0356
25. American Academy of Periodontology. Glossary of Periodontal Terms, 4th edition. Chicago, IL; 2001: 44.
26. P D Miller Jr. A classification of marginal tissue recession. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1985;5(2):8-13. PMID: 3858267
27. G Zucchelli, T Testori, M De Sanctis. Clinical and anatomical factors limiting treatment outcomes of gingival recession: a new method to predetermine the line of root

- coverage. *J Periodontol.* 2006 Apr;77(4):714-21. doi: 10.1902/jop.2006.050038. PMID: 16584355
28. Cairo F, Rotundo R, Miller PD, Pini-Prato GP. Root coverage esthetic score: a system to evaluate the esthetic outcome of the treatment of gingival recession through evaluation of clinical cases. *J Periodontol* 2009;80:705-710. PMID: 19335093. DOI: 10.1902/jop.2009.080565
  29. Cairo F, Pini-Prato G. A technique to identify and reconstruct the cemento-enamel junction level using combined periodontal and restorative treatment of gingival recession. A prospective clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010 Dec;30(6):573-81. PMID: 20967303
  30. VM Rey, JC Castillo, RE Dueñas, A Rodríguez. Effect of restoration of the cemento-enamel junction in the coverage of gingival recessions associated with non-carious cervical lesions
  31. M R Dragoo. Resin-ionomer and hybrid-ionomer cements: part II, human clinical and histologic wound healing responses in specific periodontal lesions. *Int J Periodontics Restorative Dent.* . 1997 Feb;17(1):75-87. PMID: 10332255
  32. Hytham N Fageeh, Abdullah A Meshni, Hassan A Jamal, Reghunathan S Preethanath, Esam Halboub. The accuracy and reliability of digital measurements of gingival recession versus conventional methods. *BMC Oral Health.* 2019 Jul 16;19(1):154. PMID: 31311544. PMCID: PMC6636111. DOI: 10.1186/s12903-019-0851-0
  33. F Duret, J L Blouin, B Duret. CAD-CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1988 Nov;117(6):715-20. PMID: 3058771. DOI: 10.14219/jada.archive.1988.0096
  34. Giovanpaolo Pini-Prato, Debora Franceschi, Francesco Cairo, Michele Nieri, Roberto Rotundo. Classification of dental surface defects in areas of gingival recession. *J Periodontol.* 2010 Jun;81(6):885-90. PMID: 20450362. DOI: 10.1902/jop.2010.090631
  35. Marco Tallarico. Computerization and Digital Workflow in Medicine: Focus on Digital Dentistry. *Materials (Basel).* 2020 May 8;13(9):2172. PMID: 32397279. PMCID: PMC7254335. DOI: 10.3390/ma13092172
  36. Davide Rancitelli, Marco Ciccì, Francesco Lini, Davide Fumagalli, Anna Chiara Frigo, Carlo Maiorana. Reproducibility of a Digital Method to Evaluate Soft Tissue Modifications: A study of Inter and Intra-Operative Measurement Concordance. *Open Dent J.* 2017 Mar 31;11:171-180. PMID: 28567141. PMCID: PMC5418925. DOI: 10.2174/1874210601711010171
  37. Donghao Wei, Ping Di, Jiehua Tian, Yijiao Zhao, Ye Lin. Evaluation of intraoral digital impressions for obtaining gingival contour in the esthetic zone: accuracy outcomes. *Clin Oral Investig.* 2020 Apr;24(4):1401-1410. PMID: 31754870. DOI: 10.1007/s00784-019-03105-6
  38. Karl Martin Lehmann, Adrian Kasaj, Armin Ross, Peer Wolfgang Kämmerer, Wilfried Wagner, Herbert Scheller. A new method for volumetric evaluation of gingival recessions: a feasibility study. *J Periodontol.* 2012 Jan;83(1):50-4. PMID: 21563950. DOI: 10.1902/jop.2011.110143
  39. Marco Ciccì, Luca Fiorillo, Cesare D'Amico, Dario Gambino, Emanuele Mario Amantia, Luigi Laino, Salvatore Crimi, Paola Campagna, Alberto Bianchi, Alan Scott Herford, Gabriele Cervino: 3D Digital Impression Systems Compared with Traditional

- Techniques in Dentistry: A Recent Data Systematic Review. *Materials* (Basel). 2020 Apr 23;13(8):1982. PMID: 32340384. PMCID: PMC7215909. DOI: 10.3390/ma13081982
40. Tariq F Alghazzawi. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res*. 2016 Apr;60(2):72-84. doi: 10.1016/j.jpjor.2016.01.003. Epub 2016 Feb 28. PMID: **26935333**
  41. Takashi Miyazaki<sup>1</sup>, Yasuhiro Hotta, Jun Kunii, Soichi Kuriyama, Yukimichi Tamaki. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*. 2009 Jan;28(1):44-56. doi: 10.4012/dmj.28.44. PMID: **19280967**
  42. Howard H Yen, Panagiota G Stathopoulou. CAD/CAM and 3D-Printing Applications for Alveolar Ridge Augmentation. *J Dent Res*. 2018 Jun;97(6):627-632. doi: 10.1007/s40496-018-0180-4. Epub 2018 May 3. PMID: 30505646. PMCID: PMC6261369
  43. Jiayue Yin, Dan Liu, Yuehua Huang, Lin Wu, Xiaolin Tang. CAD/CAM techniques help in the rebuilding of ideal marginal gingiva contours of anterior maxillary teeth: A case report. *J Am Dent Assoc*. 2017 Nov;148(11):834-839.e8. doi: 10.1016/j.adaj.2017.03.003. Epub 2017 Apr 20. PMID: **28434556**
  44. Davidowitz, G., & Kotick, P. G. (2011). The use of CAD/CAM in dentistry. *Dental Clinics*, 55(3), 559-570.
  45. Valerie Ronay, Philipp Sahrman, Andreas Bindl, Thomas Attin, Patrick R Schmidlin. Current status and perspectives of mucogingival soft tissue measurement methods. *J Esthet Restor Dent*. 2011 Jun;23(3):146-56. doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00424.x. Epub 2011 May 9. PMID: **21649828**
  46. Francisco Alpiste-Illueca. Dimensions of the dentogingival unit in maxillary anterior teeth: a new exploration technique (parallel profile radiograph). *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2004 Aug;24(4):386-96. PMID: **15446409**
  47. Alessandro Lourenço Januário, Maurício Barriviera, Wagner Rodrigues Duarte. Soft tissue cone-beam computed tomography: a novel method for the measurement of gingival tissue and the dimensions of the dentogingival unit. *J Esthet Restor Dent*. 2008;20(6):366-73; discussion 374. doi: 10.1111/j.1708-8240.2008.00210.x. PMID: **19120781**
  48. M Rosin, Ch Splieth, M Hessler, Ch Gärtner, B Kordass, T Kocher. Quantification of gingival edema using a new 3-D laser scanning method. *J Clin Periodontol*. 2002 Mar;29(3):240-6. doi: 10.1034/j.1600-051x.2002.290310.x. PMID: **11940144**
  49. J M Thomason, J S Ellis, V Jovanovski, M Corson, E Lynch, R A Seymour. Analysis of changes in gingival contour from three-dimensional co-ordinate data in subjects with drug-induced gingival overgrowth. *J Clin Periodontol*. 2005 Oct;32(10):1069-75. doi: 10.1111/j.1600-051X.2005.00769.x. PMID: **16174270**
  50. Jan Strebel, Andreas Ender, Frank Paqué, Michael Krähenmann, Thomas Attin, Patrick R Schmidlin. In vivo validation of a three-dimensional optical method to document volumetric soft tissue changes of the interdental papilla. *J Dent Res*. 2009 Jan;80(1):56-61. doi: 10.1902/jop.2009.080288. PMID: **19228090**