



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Odontología

Odontología

**Análisis Comparativo de las mallas digitales entre  
dos tipos de sistemas de escaneado y sus  
sistemas operativos**

Artículo Académico previo a la  
obtención del título de  
Odontóloga

Autora:

Marcela Doménica Moreno Gálvez.

CI: 1105670598

Correo electrónico: dome.mg@hotmail.com

Tutor:

Cristian Gustavo Abad Coronel.

CI: 0102211273

**Cuenca, Ecuador**

28 de Abril del 2021



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Marcela Doménica Moreno Gálvez, autora del Artículo Académico “Análisis Comparativo de las mallas digitales entre dos tipos de sistemas de escaneado y sus sistemas operativos”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 28 de Abril del 2021.



---

Marcela Doménica Moreno Gálvez.

C.I: 1105670598



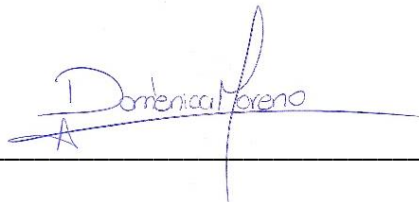
## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Marcela Doménica Moreno Gálvez en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del Artículo Académico “**Análisis Comparativo de las mallas digitales entre dos tipos de sistemas de escaneado y sus sistemas operativos**”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este Artículo Académico en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca 28 de Abril del 2021.



---

Marcela Doménica Moreno Gálvez.

C.I: 1105670598



## Introducción:

Cada vez, con mayor frecuencia en la odontología se utiliza la tecnología de diseño y fabricación asistida por computadora (CAD-CAM). Dentro de este flujo de trabajo los escáneres intraorales (IOS) juegan un rol muy importante en la adquisición de las imágenes. Los IOS son dispositivos ópticos que tienen como función la toma de impresión digital, permitiendo la adquisición directa de datos sin la necesidad de materiales o dispositivos de impresión convencionales, evitando las distorsiones de los mismos; además reducen los tiempos clínicos y de laboratorio, aumentan la aceptación del paciente, proporcionan una mejor relación costo-beneficio y un mayor tiempo efectivo, el cual se reduce en el momento posterior a la toma de la impresión ya que no hay necesidad de obtener modelos físicos de yeso del paciente, donde es factible enviarlos por correo electrónico al laboratorio dental, permitiendo a su vez la fácil repetibilidad de la impresión y su visualización, ahorrando grandes cantidades de dinero. (1, 2, 3)

Con los sistemas IOS se mejora notablemente la calidad de comunicación tanto con el técnico dental como con el paciente. Con el primero se puede tener comunicación de forma directa, eficaz y en tiempo real gracias a los medios digitales ya que ambos pueden examinar la impresión obtenida y de no estar satisfechos con la misma, podrían repetirla al instante, ahorrando tiempo y trabajo. Respecto al paciente obtendremos un mayor interés debido a la tecnología empleada la cual va a inferir de forma positiva en su toma de decisiones y la comunicación con su entorno más cercano dando referencias positivas sobre el tratamiento realizado aumentando la apreciación de los pacientes por los centros dentales con tecnología actualizada. (2)

Para comprender como funciona el flujo de trabajo digital moderno debemos tener conocimiento sobre sus fases: la recopilación de información, el procesamiento de la misma, la materialización y la post producción antes de la aplicación clínica en el paciente. Estas fases a su vez están integradas con el flujo de trabajo tradicional, respecto a la anamnesis, el examen clínico e imagenológico, finalizando con la formulación y la ejecución del plan de tratamiento. (4)

La ingeniería asistida por computadora CAI por sus siglas en inglés (Computer Aided Engineering) que abarca tanto procesos CAD como CAM, consta de un escáner que transforma la geometría en datos digitales para que pueda ser procesado por la computadora, además requiere de un software que procesa la información, dependiendo de la aplicación, produciendo un conjunto de datos para que el producto sea fabricado. Estos sistemas a su vez se denominan abiertos cuando permiten la adopción de los datos digitales originales por el software CAD y dispositivos CAM de diferentes empresas, manejando datos tridimensionales en formato estereolitográfico (STL). Se denominan cerrados, cuando todos los pasos están integrados en un solo sistema y no hay intercambiabilidad entre diferentes sistemas de otras empresas. Sin embargo, al día de hoy aquellos sistemas que en un momento eran cerrados (Dentsply-Sirona), permiten abrir archivos universales a través de la exportación de mallas digitales en formatos de distinta resolución. (5)



Según una extensa revisión bibliográfica realizada por Rekow, como pauta general de conocimiento se podrían tener en cuenta ciertas características generales de un grupo de 11 escáneres intraorales estudiados en el año 2017, entre ellos Omnicam y PrimeScan. Los dos estuvieron dentro de los aparatos que cumplieron con las características y requerimientos de un escáner dental moderno como:

- Tiempo para escanear un arco completo: 1 - 10 min (con la mayoría se necesitó de 1-3min).
- No existe necesidad de polvo en la superficie dental previa a la captura.
- Factibilidad de capturar la oclusión.
- Captura de imágenes en color.
- Selección y activación del color dental.
- Peso de la punta del escáner entre 2.5 – 17.6 onzas.
- Dimensiones del escáner: 0.4 – 2.9 pulgadas cuadradas en el área de la punta; 8-10 pulgadas longitud.
- Profundidad de campo: escáneres de contacto directo a 15–18 mm; PrimeScan registró una profundidad de 22 mm.
- Configuración del sistema: portátiles, tabletas, carros móviles integrados al sillón dental y a su vez múltiples configuraciones están disponibles en la mayoría de los fabricantes.
- Conexión inalámbrica.
- Sistema abierto dentro del flujo digital.(6)

Otro aspecto que debe ser considerado dentro del flujo digital, es la curva de aprendizaje necesaria para la utilización óptima del IOS, ésta dependerá directamente de la afinidad del dentista por la tecnología, la práctica constante y la estrategia de escaneo. Además, se debe tener presente el importe necesario para adquirir un sistema IOS que oscila aproximadamente entre 16.000 y 56.000 dólares, en donde podrían existir costos adicionales en diversos sistemas para desbloquear los archivos y poderlos utilizar con cualquier software CAD o Laboratorio. (2)

Un inconveniente que se puede presentar al utilizar un escáner es la dificultad para revelar los márgenes dentales de las preparaciones subgingivales, siendo difícil para la luz detectar áreas no visibles, en donde va a depender directamente de la maniobra empleada por parte del dentista al utilizar hilos de retracción y a su vez evitando factores interferentes como sangre, saliva o detritus. En diversos estudios se comprobó que los escáneres intraorales mostraban resultados similares e incluso mayor precisión que las impresiones convencionales de polivinil siloxano o poliéter, no obstante en otros se llegó a la conclusión que son menos precisos, esta diferencia importante radica en las clases de escáneres que se están probando, principios de funcionamiento, fuentes de luz, tipos de imágenes y la necesidad de usar o no polvo. Por lo tanto es de suma importancia analizar el IOS más apropiado para adquirirlo basando su decisión también en la literatura científica disponible. (2, 5, 7)



Los sistemas CAD/CAM, son aplicables en las diferentes áreas odontológicas como prostodoncia, implantología, odontología estética, ortodoncia, cirugía regenerativa y maxilofacial. Sin embargo a la hora de elegir un sistema IOS se debe tener en cuenta que la precisión, facilidad de uso, velocidad, integraciones y aplicaciones ilimitadas, son cinco características que debe cumplir el sistema CAD/CAM ideal. (4, 8)

Es valioso que los profesionales de la salud estén abiertos a las nuevas tecnologías, hace 20 años no se hubiese imaginado los alcances disponibles en la actualidad; miniaturización de sensores, inteligencia artificial, realidad aumentada y virtual, robótica, telesalud, nanotecnología, computación cuántica, ingeniería biomecánica, big data, escáneres intraorales, impresión 3D, entre otras, las cuales están cambiando completamente la odontología, comprobando su capacidad infinita y creando mayores expectativas sobre lo que depara el futuro próximo. (6)

Existen diversos sistemas de escaneado en donde se utiliza tecnología de contacto y sin contacto; por ejemplo, los sensores de contacto están formados por una sonda con una punta de acero duro o zafiro que va a tener comunicación directa con el objeto a examinar y que en la actualidad son menos comunes. Por otra parte y en mayor auge, están aquellos escáneres con tecnología óptica sin contacto, la cual se clasifica a su vez en sistemas de fotografía y de video, que proyectan luz sobre la superficie a escanear, que posteriormente es grabada; es coleccionada y procesada por el software utilizado que reconoce los puntos o la nube de puntos de interés creado por los sensores ópticos, a través de coordenadas generadas por cada punto (x, y,) y una tercera coordenada (z) la cual se calcula según la distancia de la superficie escaneada al sensor, reconstruyendo la imagen y transformándola en un modelo que figura como una malla formada por triángulos finos de varios tamaños, formando una superficie 3D, que es posible almacenarla en un archivo STL (Standard Tessellation Language). En un estudio realizado por Revilla-León y col, donde su objetivo fue el impacto de las condiciones de iluminación de escaneo ambiental en la calidad de malla, una de sus conclusiones fue que las técnicas de escaneo fotográfico evaluadas, presentaron valores de calidad de malla más altos que la tecnología de escaneo basada en video, lo cual es un dato de importancia a examinar. (5, 8, 9)

Se debe considerar la ruta de escaneo que significa que el escáner intraoral debe usarse de acuerdo a un movimiento específico para aumentar la precisión del modelo virtual al existir una coincidencia entre los puntos de interés de la nube. El elemento escaneado debe ubicarse en el centro de un área de adquisición para describir de esta manera una esfera óptima alrededor del elemento utilizando la ingeniería inversa, en donde se recupera la forma original del objeto escaneado a través de los puntos de interés antes mencionados. El diente debe estar centrado durante la grabación y el dentista debe mantener un movimiento continuado, preservando la distancia entre 5 y 30 mm de la superficie escaneada. (10, 11, 12)

Existen técnicas pasivas y activas para la reconstrucción 3D, las técnicas pasivas usan solamente la luz ambiente para iluminar tejidos intraorales y dependen de la textura de un objeto, las técnicas activas utilizan luces estructuradas blancas, rojas o azules proyectadas



desde la cámara en donde un punto luminoso se proyecta sobre un objeto y la distancia se calcula por triangulación, éste principio se basa en que los ejes ópticos del proyector y la cámara forman un triángulo con la línea que conecta los centros de proyección de ambas unidades. El sistema IOS utiliza además tecnología confocal la cual obtiene imágenes sucesivas tomadas con diferentes enfoques, ángulos y valores alrededor de un objeto, calculando su distancia que es correlacionada con la distancia focal de la cámara, logrando por ejemplo la reconstrucción total de un diente en imagen 3D, cumpliendo con el objetivo que es la digitalización del paciente al extrapolar la forma del objeto en el software CAD. La casa comercial Dentsply-Sirona en la actualidad, presenta un software actualizado denominado CEREC 5.0. Sin embargo puede utilizar dos sistemas de adquisición: PrimeScan y Omnicam. (5, 8, 10)

## **Cerec PrimeScan 2.0**

El software CEREC 5.0 viene incorporado al nuevo escáner CEREC PrimeScan, el cual tiene múltiples características nuevas y mejoradas imitando a un teléfono inteligente; como una pantalla con tecnología multitáctil de cristal líquido con transistor de película delgada (TFT LCD) de 21.5 pulgadas, la que puede articularse en diferentes posiciones, siendo muy cómoda para su uso, además el profesional podrá seleccionar, agrandar la imagen, rotar, y abrir los menús de acceso directo en la pantalla, tiene además nuevas especificaciones de hardware, en su unidad de procesamiento (CPU) y el sistema se ejecuta en Windows 10. El panel táctil a su vez permite un movimiento más fluido a través de su software CEREC 5.0, protocolos de esterilización mucho más nobles y fáciles. Su batería de respaldo tiene 5 horas de tiempo de espera y funciona en uso hasta 60 min con autonomía, cargándose completamente en una hora, permitiendo su fácil movilidad por todo el consultorio dental. Posee además un procesador Intel Core i7 8700 3.20 GHz y la memoria estándar aumentó a 32GB. Permite un escaneo de arco completo tanto superior como inferior ejecutados con diferentes aplicaciones dentro de la misma versión de software, lo cual ayuda enormemente en las áreas de implantología, rehabilitación oral y ortodoncia. Tiene el concepto de cinco clics el cual funciona de forma efectiva al igual que su anterior versión, los modelos y los márgenes de las preparaciones pueden ser encontrados de forma eficiente por parte del software, en donde CEREC 5.0 lo hace por sí solo gracias a los procesos de inteligencia artificial. (8)

## **Cerec Omnicam 2.0**

Es un escáner en donde todos sus componentes están integrados en una sola unidad de impresión, siendo útil para ser desplazada fácilmente, posee una cámara intraoral más pequeña la cual permite escanear de manera sencilla, su software posee escaneo de velocidad, que utiliza triangulación activa y emite luz blanca para medir superficies, toma imágenes continuas y las representa de inmediato en tres dimensiones, mostrándolas en color real debido a su característica de no necesitar la aplicación de polvos, evitando las molestias producidas en los pacientes durante el escaneo. Con Omnicam 2.0 el proceso es



cómodo para el paciente y para el dentista y además es menos susceptible a producirse imprecisiones en la medición. (1, 15, 16, 17)

## Metodología:

A través de dos escáneres utilizados (PrimeScan 2.0 y Omnicam 2.0, Dentsply-Sirona) se realizaron dos escaneados parciales de un modelo dentado. Los archivos fueron exportados en distintas resoluciones: alta, media y baja de cada uno de los softwares utilizados (CEREC SW 4.6 y CEREC SW 5.0). El número de triángulos, los vértices y las caras de las mallas digitales fueron comparados en un sistema digital de superposición (MESHLAB 2.0) y uno de conteo de triángulos (NETFAB 2.0).

## Resultados:

Escáner	Número de Triángulos	Vértices	Caras
Omnicam 2.0	172213	86892	172213
PrimeScan 2.0	242959	122044	242959

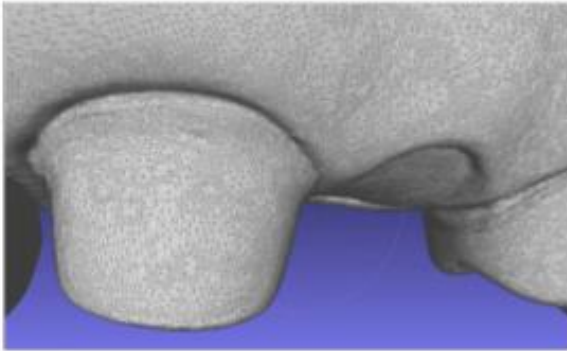
Tabla 1: Tabla comparativa de los triángulos, vértices y caras de las imágenes escaneadas obtenidas por CEREC OMNICAM 2.0, PRIMESCAN 2.0 en sus distintas relaciones de proyección, utilizando los software NetFab y MeshLab.

Software	Número de Triángulos exportados en Resolución Alta	Número de Triángulos exportados en Resolución Media	Número de Triángulos exportados en Resolución Baja
CEREC SW 5.0	703299	527473	175823
CEREC SW 4.6	541191	405892	135297

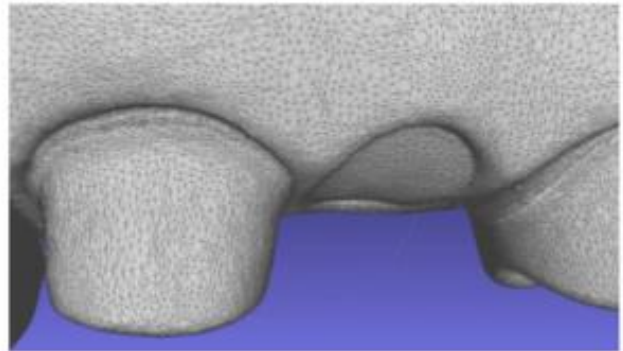
Tabla 2: Tabla comparativa del número de triángulos desde las distintas resoluciones de las mallas exportadas, según el software utilizado.



OMNICAM 2.0 MESHLAB



PRIMESCAN MESHLAB

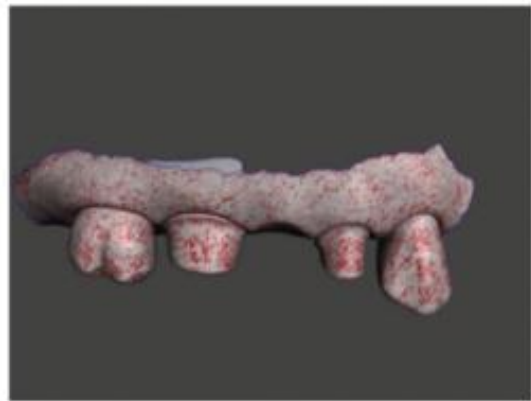


*Figura 1. Gráfico comparativo del número y disposición de los triángulos según el sistema de adquisición y del software utilizado.*

OMNICAM 2.0 RATIO



PRIMESCAN RATIO



*Figura 2. Gráfico comparativo de las malla obtenidas con Primescan y Omnicam digitalizadas a través de SW CEREC 5.0, donde se observa la distribución de los triángulos y la concentración de zonas de alta definición.*

## Discusión:

En este estudio piloto se compararon las mallas obtenidas en distinta resolución desde dos sistemas de adquisición y sus respectivos softwares. Claramente, PrimeScan y el Software CEREC SW 5.0 mostraron una mayor cantidad y mayor calidad de los triángulos exportados así como una mejor distribución dentro de la malla, con vértices y caras más regulares, compatibles entre los hallazgos gráficos y cuantitativos analizados. La calidad de la impresión digital se define por dos factores independientes que son la veracidad o fidelidad y la precisión. La veracidad se obtiene al comparar geometría original, es decir el modelo



maestro de referencia con el modelo digitalizado, mientras que la precisión se obtiene mediante una comparación intragrupo de modelos digitalizados. (3)

Sin embargo de los resultados, la disposición de los triángulos obtenidos por OMNICAM y el SW CEREC 4.6 fue también homogénea y con una distribución regular que puede suponer la obtención de mallas suficientes para generar un modelo digital de alta calidad. Para mejores resultados Omnicam debe utilizarse en condiciones secas y la cámara a su vez debe mantenerse lo más cerca posible del diente para obtener mayor precisión al momento de realizar el escaneo, evitando distorsiones producidas por la interferencia de saliva y agua; esto probablemente debido a las burbujas formadas en la superficie y por la refracción de la luz en el agua, que conduce a desviación en la medición angular y por lo tanto cambios en los valores obtenidos. (5, 17, 18)

Según un estudio realizado por Michael Kurz y col. el escaneo de muestras secas da resultados más reproducibles cuando se las realizan en un ángulo de 90o utilizando Omnicam, en ciertos materiales, especialmente los grupos de metales altamente reflectantes como (AM y AU), debido a sus propiedades de escaneo 3D sin polvos, en donde se toma en cuenta las profundidades de penetración de la luz que emite el escáner dentro de los diferentes materiales pero que a su vez tiene menos influencia en comparación con otros ya que sus principios están basados en microscopía confocal y su método de triangulación. (17)

Y como último punto el método de triangulación actúa de la siguiente manera; el escáner emite luz reflejada por la estructura que está siendo escaneada, y que es capturada nuevamente por la cámara en un ángulo diferente a la luz que se emitió, éste es llamado ángulo de triangulación que en el escáner CEREC Omnicam es de alrededor de 8o. (17)

Indudablemente en el software CEREC 5.0 y sus algoritmos incorporados, existe la posibilidad de realizar un escaneo inteligente, ya que corta datos erróneos en tiempo real, logrando a su vez un procesamiento más rápido y limpio, por ende el personal que lo utilice puede tener una curva de aprendizaje mínima o nula, ésta característica de software lo hace único, a diferencia de otros, en donde hay alteraciones en la veracidad del escáner intraoral dependiendo netamente de la experiencia del practicante, y por ende ésta se consideraba una indicación clínica de importancia. Se debe tener muy presente la versión del software, ya que tiene un impacto significativo en la precisión del sistema IOS. (8, 13, 14)

Se realizó un estudio por A. Ender y col. en el cual se compararon la veracidad y la precisión de IOS con diferentes softwares, se evaluó a PrimeScan con el software CEREC 5.0, obteniendo una mayor veracidad (32.4 [9.8]  $\mu\text{m}$ ) para las impresiones de arco completo, con diferencias estadísticamente significativas para todos los otros grupos IOS, además en los segmentos anteriores de los arcos dentarios, se encontraron las desviaciones más bajas con respecto a la precisión para PrimeScan en comparación con los diferentes dispositivos IOS. (3)



A pesar de que en el año 2018 se realizó una actualización del software en su versión 4.6 en donde trajo inteligencia artificial y automatización de los ejes del modelo y los márgenes de preparación con una mejor disposición de las mallas digitales, el sistema CEREC SW 5.0 mejora ampliamente éstas características, como se ha comprobado en este estudio piloto. (8)

### **Conclusiones:**

El sistema de escaneado con PrimeScan y CEREC SW 5.0 genera resultados homogéneos en cuanto a la disposición de las mallas obtenidas independientemente de la resolución con la que son exportadas. El sistema de Omnicam y el CEREC SW 4.6 presenta resultados fiables, aunque de menor calidad. Se recomienda un estudio con un mayor tamaño muestral para establecer conclusiones definitivas respecto al uso de escáneres de alta resolución con sus respectivos sistemas operativos.



## Bibliografía:

1. Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, Tavares L do N, Rizzante FAP, George FM, et al. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent.* 2020;1–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.12.011>.
2. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):1–11.
3. Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. *Int J Comput Dent.* 2019;22(1):11–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30848250>
4. Mangano (Guest Editor) F. Digital Dentistry: The Revolution has Begun. *Open Dent J.* 2018 Jan 31;12(1):59– 60. Available from: <https://opendentistryjournal.com/VOLUME/12/PAGE/59/>
5. Abad Coronel C. Intraoral Scanning Devices Applied in Fixed Prosthodontics. *ACTA Sci Dent Sci.* 2019;3(7):44– 51.
6. Rekow ED. Digital dentistry: The new state of the art — Is it disruptive or destructive? *Dent Mater.* 2020;36(1):9– 24. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.08.103>
7. González de Villaumbrosia P, Martínez-Rus F, GarcíaOrejas A, Salido MP, Pradíes G. In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies. *J Prosthet Dent.* 2016;116(4):543-550.e1. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.01.025>
8. Skramstad MJ. Welcome to Cerec Primescan AC. *Int J Comput Dent.* 2019;22(1):69–78. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30848256>
9. Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, PiedraCascón W, Zandinejad A, Özcan M, et al. Intraoral digital scans: Part 2—influence of ambient scanning light conditions on the mesh quality of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2019;1–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.06.004>
10. Rotar RN, Jivanescu A, Ille C, Podariu AC, Jumanca DE, Matichescu AM, et al. Trueness and Precision of Two Intraoral Scanners: A Comparative in Vitro Study. *Scanning.* 2019;2019.
11. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *J Healthc Eng.* 2017;2017.
12. Hattab A, Gonsher I, Moreno D, Taubin G. Differential 3D Scanning. *IEEE Comput Graph Appl.* 2017;38(3):43– 51.



- 13.Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent.* 2018;119(2):225–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.05.002>
- 14.Schmidt A, Klussmann L, Wöstmann B, Schlenz MA. Accuracy of Digital and Conventional Full-Arch Impressions in Patients: An Update. *J Clin Med.* 2020;9(3):688.
- 15.Jeong I Do, Kim WC, Park J, Kim CM, Kim JH. Ceramic molar crown reproducibility by digital workflow manufacturing: An in vitro study. *J Adv Prosthodont.* 2017;9(4):252–6.
- 16.Burhardt L, Livas C, Kerdijk W, van der Meer WJ, Ren Y. Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;150(2):261–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.12.027>
- 17.Kurz M, Attin T, Mehl A. Influence of material surface on the scanning error of a powder-free 3D measuring system. *Clin Oral Investig.* 2015;19(8):2035–43.
- 18.Nagy Z, Simon B, Mennito A, Evans Z, Renne W, Vág J. Comparing the trueness of seven intraoral scanners and a physical impression on dentate human maxilla by a novel method. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):1–10