



EXACTITUD DE SISTEMAS DE IMPRESIÓN DIGITAL INTRAORAL EN REHABILITACIONES SOBRE IMPLANTES DE ARCO COMPLETO

Trabajo de Investigación requisito
para optar al Título de Especialista
en Implantología Buco
MaxiloFacial

Residentes:

Bastian Flores Vera

Gonzalo Trujillo Salgado

Nicolás Ureta Paiva

Docente guía: Dr. Aníbal Navarro
Reyna

Especialista en Implantología Buco
Maxilofacial

Agradecimientos

Primeramente, a nuestras familias por siempre acompañarnos en los procesos de formación.

A los colegas, docentes y Universidad por permitirnos abrir las alas del conocimiento.

Índice

Introducción.....	1
Marco Teórico	4
Objetivos.....	23
Hipótesis.....	24
Material y método.....	25
Criterios de inclusión	27
Criterios de exclusión	27
Resultados búsqueda.....	29
Resultados	31
Discusión.....	47
Conclusiones.....	54
Sugerencias	54
Referencias Bibliográficas	55

Resumen

Con las nuevas generaciones de escáneres intraorales la precisión de los dispositivos ha mejorado, lo que ha llevado a que se realicen nuevos estudios in vitro e in vivo para determinar la exactitud de la tecnología digital en la impresión de implantes. La evidencia es significativa y prometedora para la impresión de implantes unitarios y brechas cortas. Sin embargo, para rehabilitaciones sobre implantes en desdentados totales la evidencia es escasa y heterogénea.

Esta revisión tiene como objetivo principal evaluar la evidencia disponible en la exactitud de diferentes sistemas de impresión digital intraoral para rehabilitaciones sobre implantes de arco completo.

Se realizó una revisión crítica de la literatura en tres bases de datos electrónicas, PubMed, Scopus y Cochrane Library, además se modificó la estrategia de búsqueda en relación con la base de datos utilizada.

Se identificaron los títulos y resúmenes en los términos de búsqueda para realizar la selección de artículos, se obtuvieron los textos completos de los artículos para analizarlos.

Se incluyeron 42 estudios en la síntesis cualitativa que investiguen impresiones digitales sobre implantes en arco completo, separados por tabla IV (estudios in vitro), tabla V (método convencional vs digital), tabla VI (estudios in vivo) y tabla VII (revisiones sistemáticas).

La evidencia confirma que las impresiones digitales con escáneres intraorales son un procedimiento preciso en implantología. Sin embargo, son necesarias investigaciones más profundas, centradas en el uso in vivo con estudios clínicos aleatorizados para determinar pautas clínicas en desdentados totales.

Palabras llave: Edentulous, dental arch, digital impression, intraoral scanner, accuracy.

Introducción

Lograr tratamientos implanto-soportados predecibles exige ejecutar una serie de pasos clínicos de manera rigurosa. Entre ellos, el registro de pilares y estructuras anatómicas para el diseño y obtención del ajuste preciso de la rehabilitación final es fundamental. Lograr un ajuste preciso en las prótesis implantosoportadas, evita problemas mecánicos, tales como el chipping de la porcelana, el aflojamiento y fractura de los tornillos e, incluso, del implante; y complicaciones de carácter biológico, como son la periimplantitis y mucositis (1, 2). Así, la impresión en implantología tradicionalmente se ha realizado mediante un flujo de trabajo convencional con el uso de pilares de transferencia que se unen al implante y, cubetas de impresión cargadas con material elastomérico (3).

A partir de la década del 90', se han introducido nuevas tecnologías digitales para lograr un nuevo flujo de trabajo. Con ello, el uso de escáneres intraorales ha permitido la toma de impresiones digitales con el fin de lograr un registro veraz y preciso de la posición del implante en un menor tiempo operatorio (4, 5). Veracidad y precisión a menudo se usan indistintamente cuando se describe la precisión de la digitalización intraoral. Sin embargo, existen importantes diferencias entre los dos términos. La veracidad es la capacidad de una medición para coincidir con el valor real de la cantidad que se mide. Se puede evaluar superponiendo una impresión digital de un objeto escaneado con un modelo de referencia del mismo objeto, obtenido por ingeniería inversa con un escáner de referencia industrial (6, 7). En cambio, la precisión es la capacidad de una medición para repetirse de forma coherente (8). Se puede evaluar superponiendo diferentes escaneos del mismo objeto realizados con el mismo escáner intraoral. Las impresiones digitales transfieren la situación intraoral a un modelo virtual y representan el primer paso del flujo de trabajo digital. La precisión de este procedimiento puede determinar el éxito del tratamiento, ya que es un paso crucial para transferir correctamente la posición del implante (9), la cual se realiza por medio de Implant Scan bodies (ISB) o Implant Scan post.

Durante la última década, con el advenimiento y avance de nuevas generaciones de escáneres intraorales (IOS) la calidad y precisión de los dispositivos ha mejorado, lo que ha llevado a que se realicen nuevos estudios para determinar la precisión de la tecnología digital para la impresión de implantes (10). La técnica de impresión convencional consta con una gran cantidad de evidencia y evolución, sin embargo, estudios señalan que tanto pacientes como estudiantes (nuevas generaciones de profesionales), prefieren métodos digitales para realizar la impresión (4), esto sumado a que técnicas convencionales de impresión requieren mayor tiempo de trabajo para realizar el tratamiento, demostrando ser menos eficientes (4, 9).

La evidencia actual sugiere un alto nivel de predictibilidad para el escaneo de implantes unitarios y brechas cortas (10-14). Sin embargo, estudios in vitro han reportado resultados inconsistentes, con múltiples implantes en brechas más grandes y en mayor medida en pacientes completamente edéntulos (15-17). Siendo el rango de escaneo (11, 18) identificado como uno de los puntos decisivos. De esta forma, se ha mencionado que los IOS no son indicados para implantes múltiples (19), especialmente en pacientes edéntulos (20), donde la falta de referencias anatómicas pueden dificultar la lectura e interpretación matemática de los IOS.

Factores tales como la distancia entre implantes (20-22), el número de implantes (23), la profundidad y angulación del implante (24), la tecnología de adquisición de imagen del IOS (18, 21), la experiencia del operador y tipo de ISB (20), afectarían la precisión de los IOS.

Esto se ha evidenciado en muy pocos estudios in vivo (25). En un estudio realizado en 25 pacientes desdentados, no fue posible producir estructuras bien ajustadas sobre los implantes, debido a que los errores de distancia y angulación eran demasiado importantes. Concluyendo que, la falta de puntos de referencia anatómicos para la exploración parece ser la razón de estos resultados poco fiables (7).

La veracidad de los escáneres intraorales para exploraciones de arcada completa desdentada con ISB se ha investigado con un amplio rango de desviación de 31 μm a 810 μm , según el tipo de escáner y el método de medición (26-32). Se ha establecido

que discrepancias marginales con rangos entre 59 a 72 μm (33) hasta 200 μm (34, 35) en rehabilitaciones de arcadas completas se consideran clínicamente aceptables (33). Todos los estudios informaron que las dificultades derivadas del escaneo digital de la arcada completa, como distancias entre implantes más largas y segmentos desdentados irregulares (7, 21, 36, 37) dan como resultado imprecisiones en la superposición de imágenes y diferentes resultados a pesar de utilizar ISB idénticos. Todos estos aspectos son dependientes de la calidad de la estrategia de escaneo (7, 13, 38), así como del protocolo del operador.

Esta revisión de la literatura tiene como objetivo evaluar la exactitud de sistemas de impresión digital intraoral para rehabilitaciones sobre implantes de arco completo.

Marco Teórico

El primer escáner intraoral digital fue introducido en los años 80 y su finalidad era la odontología restauradora. Este escáner fue diseñado por el Dr. Werner Mörmann y Marco Brandestini. Desde entonces, se ha desarrollado esta tecnología, apareciendo en los últimos años escáneres cada vez más fáciles de usar y con mayor exactitud, fabricando estructuras con muy buen ajuste (25).

El paciente desdentado total que debe ser rehabilitado mediante prótesis ya sea implanto soportada y/o implanto retenida presenta diferentes desafíos, uno de ellos es que la prótesis tenga ajuste pasivo, para lograr dicho cometido es preciso realizar una buena impresión. El método convencional resulta desagradable y activa el reflejo nauseoso, la impresión tiene el riesgo de deformarse, los pasos de laboratorio pueden agregar errores al flujo de trabajo convencional, pudiendo afectar al modelo de yeso, generando complicaciones en la rehabilitación protésica (36).

Como alternativa a los métodos convencionales, surge el flujo digital Chairside, correspondiente al sistema de diseño asistido por computadora (CAD/CAM) en el sillón dental, sin la necesidad de exportarlo o mandarlo a un laboratorio.

Para emplear este sistema se utiliza un IOS permitiendo ciertas ventajas de escaneo y visualización de las impresiones en tiempo real, repetición selectiva de un área de interés, rápida comunicación y disponibilidad con el laboratorio sin necesidad de transporte, satisfacción del paciente, seguimiento y análisis digital. Pudiendo analizar en mayor detalle los tratamientos, posibilidad de ver los modelos en color real y capacidad de planificar tratamientos de implantes (39).

Los IOS son unos dispositivos de registro compuestos de tres partes (40):

- Cámara manual (hardware)
- Ordenador
- Software

Los IOS son dispositivos que permiten hacer una impresión digital directa tanto de la superficie del medio oral como de los ISB, mediante la emisión de un haz de luz y el análisis de su retorno, capturando la geometría del objeto. La deformación que sufre la luz sobre la superficie es capturada por unas cámaras y utilizada para calibrar unas coordenadas 3D con ayuda de un potente procesador de software. Este software genera una nube de puntos y mallas y es el responsable de la reconstrucción 3D de la superficie escaneada (40).

Los sistemas de escaneo digital actualmente disponibles, intraorales o de mesa, emiten diferentes tipos de luz (por ejemplo, láser, luz estructurada (rayada), luz visible o iluminación de diodos emisores de luz [LED]) a través de sus cámaras para capturar datos con sensores manipulados por un software de computadora para crear una imagen tridimensional (3D). Los escáneres dentales digitales originales requerían la aplicación de un polvo de dióxido de titanio que refleja la luz en el objeto que se escanea antes de tomar impresiones digitales. Muchos escáneres actualizados ahora no requieren el uso de polvo, lo que elimina el paso adicional para aumentar aún más la comodidad del paciente y / o mejorar la eficiencia.

Para comprender su funcionamiento es necesario definir un sistema de coordenadas cartesianas, donde el origen es el escáner. Cada punto analizado se asocia primero con unas coordenadas (x e y), junto con una tercera coordenada que es (z). Ésta última coordenada se calcula dependiendo de la distancia de cada objeto a la cámara. Estas coordenadas cartesianas describen la posición espacial tridimensional de cada punto analizado en el modelo, así como la distancia entre cada uno de ellos dentro de la nube que forman en un sistema de coordenadas local relativo al escáner. Siguiendo este procedimiento, se va generando una nube de puntos que posteriormente será utilizada para extrapolar la forma del objeto mediante un proceso llamado reconstrucción (40).

Una vez obtenida la nube de puntos se crea una malla. Para ello se debe encontrar y conectar los puntos adyacentes mediante líneas rectas generando triángulos de diversos tamaños, con el objetivo de crear una superficie continua.

A este proceso de convertir una nube de puntos en un modelo digital 3D se le llama reconstrucción, como se observa en la figura 1.

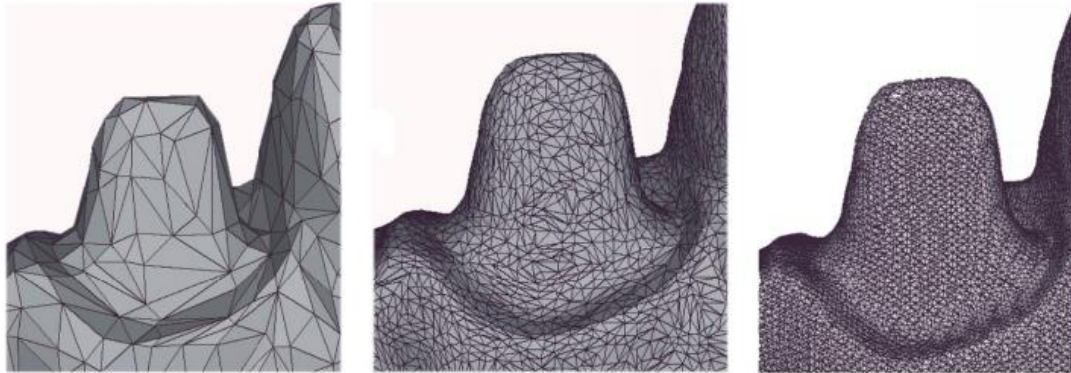


Figura 1. De izqda. a dcha. Nube de puntos, malla y reconstrucción. Imagen referencia Raphael Richert (40).

Una vez completado el proceso de reconstrucción, se genera un archivo con extensión .STL que es libre, u otros formatos como este pero que son cerrados (figura 2).

El formato digital más utilizado es el STL abierto (Standard Tessellation Languaje) o STL cerrado, que describe una sucesión de superficies trianguladas donde cada triangulo está definido por tres puntos y una superficie normal. Se han desarrollado otros formatos para registrar color, transparencia o textura de los tejidos (Polygon File Format, archivo PLY).

Independiente de la tecnología, todas las cámaras de los IOS requieren la proyección de luz que se registra como imagen o video, que luego son compilados por el software después de reconocer el punto de interés (POI) (40).



Figura 2. Malla. Imagen referencia Raphael Richert (40).

La tecnología CAD/CAM permitió la fabricación de restauraciones implantosoportadas mediante el flujo digital, las impresiones digitales son el primer paso para transferir la situación intraoral a un modelo virtual, su exactitud puede determinar el éxito del tratamiento, siendo crucial el poder transferir la posición del implante.

Los desarrollos actuales de CAD/CAM permiten la toma de sombra y la combinación con un solo sistema (por ejemplo, Trios, 3Shape). La tecnología de toma de color temprana utilizó escaneos adquiridos digitalmente para mapear los colores de los dientes (por ejemplo, ShadeEye NCC, Shofu Dental Corporation; ShadeVision, X-Rite Inc.). Con la toma de color CAD / CAM, el escáner detecta automáticamente los tonos de los dientes adyacentes a medida que captura imágenes de los dientes afectados y / o preparaciones. Luego, los tonos identificados se pueden indicar en los archivos de impresión digital y / o archivos de diseño de restauración (41).

Para tomar una buena impresión se debe conocer una serie de conceptos básicos y entender cómo pueden influir en una impresión digital con IOS:

- Accuracy (exactitud): Es un término que se describe mediante dos métodos de medición, la veracidad (trueness) y la precisión (precision). Es la capacidad de un

instrumento de acercarse al valor de la magnitud real. Es, por tanto, la cercanía del valor experimental obtenido al valor exacto de dicha medida (42).

- Trueness (veracidad): Se define como la capacidad de que una medición coincida con el valor real que evalúa, la veracidad de un IOS se puede evaluar superponiendo una impresión digital de un objeto escaneado con un modelo de referencia del mismo objeto, obtenido por un scanner de referencia, la superposición de modelo se evalúa mediante ingeniería inversa (diferencia en la media aritmética de un gran número de resultados de la prueba y el valor de referencia aceptado). Se considera como veraz una diferencia de 20 a 40 μm entre distintos IOS (43).

- Precision (precisión): Se define como la capacidad de tomar consistentemente el mismo valor de medición, esta puede evaluarse superponiendo diferentes escaneos del mismo objeto realizados con el mismo IOS (dispersión del conjunto de valores obtenidos de las mediciones repetidas de una magnitud). Cuanto menor sea la dispersión, mayor es la precisión (43).

Las empresas de fabricación utilizan estándares internacionales de precisión para permitir la comparación de diferentes máquinas.

- Resolution (resolución): Es el cambio más pequeño en una magnitud física que se esté midiendo que es capaz de ser detectada por el instrumento de medida. En el caso de los escáneres se trata del número de puntos que es capaz de medir por unidad de superficie. Cuanta más resolución tenga, será capaz de detectar características más pequeñas de un objeto (40).

Dado que los implantes dentales son objetos inamovibles, las prótesis de implantes dependen de un alto grado de precisión para crear una prótesis que se ajuste pasivamente a los implantes.

El uso de la tecnología CAD / CAM tiene como objetivo reducir el potencial de desajustes al reducir la intervención humana y la acumulación de errores de fabricación menores, inherentes a los flujos de trabajo analógicos que incluyen encerado, revestimiento, fundición y pulido. Para que esto se realice en el proceso CAD / CAM, la

digitalización de superficies mediante escaneo óptico debe ser precisa para representar fielmente las características dentro de la cavidad bucal.

La veracidad y precisión son unas medidas variables ya que estos dependen de aspectos como es el operador, el equipo utilizado y la calibración, el tiempo transcurrido entre las mediciones y el entorno (temperatura y humedad). El método para calcular la precisión y la veracidad es limitado ya que depende de la calidad de las referencias utilizadas y del equipo tecnológico utilizado. Además, la veracidad y la precisión varían si lo que se toma es una impresión de una arcada parcialmente edéntula a una totalmente edéntula. Tomar una buena impresión implica seguir un patrón de escaneo (scan path). Un patrón de escaneo se trata de un movimiento específico para aumentar la precisión del modelo virtual y se deben seguir los siguientes pasos:

- Colocación del objeto en un área de adquisición para describir una esfera óptima alrededor del objeto.
- El movimiento será fluido, manteniendo siempre la misma distancia y centrando el diente durante la toma.
- La cámara se mantiene a 5-30 mm de distancia de la superficie escaneada. Esto es especialmente difícil cuando se cambia de eje en un mismo diente, pasando de un diente posterior a uno anterior o en las malposiciones dentarias.

Actualmente existen dos tipos de tecnologías para IOS:

Escáner de tecnología fotográfica: Su funcionamiento se basa en la toma de imágenes individuales de la zona a escanear como por ejemplo iTero® y TRIOS® (3Shape, Copenhagen, Denmark). Estos tienen un campo de visión en forma de cono, por lo que no pueden recoger información de aquellas superficies ocultas, siendo necesario realizar varias pasadas de la misma zona para recoger toda la información. En cada imagen que toma, el escáner recoge la información de la distancia de cada punto de la superficie del objeto dentro de su campo de visión. Todos estos escaneados se llevan posteriormente a un sistema de coordenadas común, este proceso recibe el

nombre de alineamiento, que conlleva la fusión de los escaneados para obtener un modelo completo del objeto.

Escáner de tecnología de vídeo: Su funcionamiento se basa en la grabación de las áreas escaneadas, comportándose como una cámara de vídeo. Un ejemplo es Cerec Omnicam® (Sirona).

Impresiones con Escáneres intraorales y Scanbodies:

Los implantes dentales a diferencia de los pilares naturales, con su configuración interna impiden la captura digital por lo tanto, para la toma de impresiones es necesario la utilización de un cuerpo de exploración específico y apropiado para cada implante llamado Scanbody (44) (figura 3, 4 y 5). Dicho dispositivo o aditamento escaneable va atornillado de forma intraoral y supragingival (44) sobre los implantes o en los análogos de laboratorio sobre el modelo maestro, y nos transferirán la información de la localización, posición respecto a las otras estructuras, angulación, diámetro y conexión del implante utilizado (44). Es equivalente al aditamento de transferencia o transfer en la toma de impresiones convencionales (45) y de la misma manera que en dicha conocida técnica, debe ser compatible tanto con el sistema de implantes utilizado como con el sistema digital de captura y software de diseño. El ajuste de estos scanbodies es decisivo para una transferencia de alta precisión de la posición del implante y la inclinación de estos (46) , siendo una variable muy importante en la fabricación de prótesis con sistemas digitales, por ello, es importante realizar una radiografía una vez el scanbody está atornillado para comprobar su buen asentamiento (figura 6 y 7).

Hay varios factores que pueden afectar la toma de impresiones digitales y el rendimiento de los IOS tales como, presencia de saliva, movimiento de lengua y mejillas, cantidad de encía adherida, forma y longitud de la cresta desdentada, número de implantes, posición de implantes y distancia entre ellos (47).

En pacientes edéntulos resulta complejo capturar la posición correcta de un implante en una impresión digital, es necesario usar un ISB, las áreas edéntulas pueden resultar difíciles de leer e interpretar matemáticamente para el escáner, debido a la falta

de referencias anatómicas. Para registrar dichos pacientes resulta clave tener un diseño confiable de ISB para mejorar la precisión de la impresión (25).

Una de las principales complicaciones es el material del que estén compuesto, ya que de este depende de cómo se refleje la luz emitida por el escáner, provocando una mayor o menor distorsión. Esto es a consecuencia de la traslucidez del cuerpo de escaneo. Cuando la luz llega a una superficie traslúcida, ocurren tres fenómenos, parte de esa luz se refleja, otra se dispersa y otra pasa a través del objeto. La luz que se dispersa puede volver al objeto, siendo absorbida finalmente por este o pasar a través de él. Esta luz que se dispersa es la que puede afectar a la información recogida por el sensor del escáner intraoral, disminuyendo la exactitud de este (40).

La problemática de los IOS aparece cuando queremos hacer un escaneado de una arcada completamente edéntula en la que existe mucha distancia entre los puntos de referencia (en este caso, estos puntos de referencia serían los ISB), siendo necesario pasar por el reborde alveolar residual entre los ISB durante el escaneado (48).



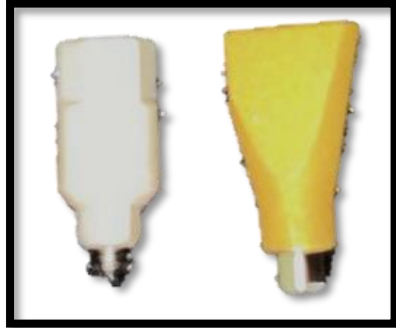
Figura 3. Diferentes tipos de scanbodies: (aditamentos de transferencias digitales) ordenados de izquierda a derecha: Camlog (Camlog Biotechnologies AG, Basel, Switzerland), Straumman CARES (Basel, Switzerland), Encode (Biomet 3i, Warsaw, Indiana, EEUU), Ineox (Hoil dental, London, united Kingdom), Straumman (Basel, Switzerland), Talladium (Lérida, España), Avinent-core3D (Santpedor, España). Imagen referencia Marta Serrat Baron.

Además, pueden afectar las características del ISB como diseño, dimensiones, material, reutilización, superficie y compatibilidad scanner-software.



Figura 4. Diferentes formas y diseños de ISB comercializados. Imagen referencia Ryan Mizumoto (49).

Los ISB actualmente se fabrican como estructuras monolíticas o combinación de diferentes materiales, como aleaciones de titanio, poliétercetona (peek), aleaciones de aluminio y varias resinas (figura 4 y 5). Su diseño está compuesto por dos unidades



principales, región de escaneo y la base. La región de escaneo es la que es escaneada por el IOS, mientras la base es la que asegura un correcto asentamiento sobre la conexión del implante. La forma del ISB depende del tipo de conexión del implante y dimensión de la plataforma las cuales serán atornilladas o tipo “Snap” (47).

Figura 5. ISB peek-titanio.



Figura 6 y 7: Ti base y Scanbody atornillado.

Evolución Escáneres intraorales:

La evolución de la tecnología y los softwares de los sistemas de impresiones intraorales ha sido de gran magnitud y calidad. Así, la cifra de ventas se ha multiplicado significativamente desde 1985. Por ejemplo, el sistema Cerec®, contaba con más de 27.000 máquinas de dicha marca confeccionando aproximadamente 20.000.000 de restauraciones en más de 50 países hasta 2010 (28).

Es entonces cuando salen al mercado los sistemas Lava Cos® de la casa 3M, Itero®, así como los sucesivos TRIOS®, ZFX®, Cerec Bluecam®, Cerec Omnia®, LAUNCA Medical (figura 8), etc., por mencionar algunos de los más relevantes. Su

asociación a distintas empresas y nombres con los que surgen y comercializan en distintos países, sufren cambios constantes que dificultan su clasificación.



Figura 8: Escáner intraoral Launca Medical DL-206.

Actualmente, entre los ejemplos de tecnologías disponibles para la exploración intraoral se incluyen:

- Muestreo de frente de onda activo (escáner de verdadera definición de 3M; 3M Espe, St. Paul, MN, EE. UU.)
- Imágenes confocales (iTero, Amsterdam, Países Bajos)
- Proyección de luz con franjas de triangulación (Cerec; Dentsply Sirona, Bensheim, Alemania)
- Tomografía de coherencia óptica (E4D, Richardson, TX, EE. UU.)

Sistemas de escáneres intraorales (IOS):

CS 3600® (Carestream, Rochester, NY, EE. UU.):

CS 3600® (figura 9) es el segundo escáner (IOS) producido por Carestream, se lanzó en 2016 y se mejoró en función desde el primero, CS 3500® (disponible desde el 2014), funciona con el principio de vídeo 3D de velocidad activa. Disponibles en una versión USB, en la que el dispositivo tiene una conexión con la computadora a través de un cable USB; Es un potente escáner de luz LED estructurada; no requiere polvo y es

capaz de proporcionar imágenes en color de alta calidad, el escáner viene con puntas de diferentes tamaños para escanear áreas frontales y posteriores. CS 3600® permite un escaneo rápido de ambas mandíbulas, es un escáner abierto porque produce archivos propietarios (CSZ) pero también archivos abiertos (.PLY, STL) que se pueden abrir desde cualquier software de diseño asistido por computadora (CAD), permite el mantenimiento de la información del color dentro de un flujo de trabajo, que implica un software CAD patentado (CS Restore®) y la posterior fabricación de toda una serie de restauraciones sencillas (inlays, onlays, carillas, coronas unitarias y puentes pequeños) con la fresadora propia (CS 3000®). Por otro lado, los archivos gratuitos (PLY, STL) generados por CS 3600® sin pagar ninguna tarifa, se puede abrir fácilmente con cualquier Software CAD en el mercado y por lo tanto trabajar con cualquier fresadora (50).



Figura 9: Escáner intraoral CS 3600® (Carestream, Rochester, NY, EE. UU).

Trios 3® (3-Shape, Copenhague, Dinamarca):

Trios 3® (figura 10) es el tercer escáner intraoral fabricado por 3-Shape, después de Trios Standard® (2011), que produjo imágenes monocromáticas, y Trios Colour® (2013). Trios 3® se presentó en marzo de 2015. En tres versiones diferentes: una versión de carro con pantalla táctil, una versión incorporada en la unidad de tratamiento dental y una versión USB. Esta última versión permite al médico utilizar una computadora portátil, a la que se conecta el escáner a través de un puerto USB; sin embargo, la conexión no es directa (requiere varios cables de conexión) y, por lo tanto, el escáner no se puede transportar fácilmente. En la última reunión de IDS en marzo de 2017, se presentó una nueva versión sin cables de TRIOS 3®, en esta última versión el IOS se conectará a

través de Wi-Fi a una computadora portátil o al carrito tradicional, eliminando la necesidad de una conexión de cable de conexión entre la varilla del escáner y la computadora. Todas las versiones mencionadas están disponibles con un mango recto para bolígrafo o con un mango en forma de pistola (320 x 56 x 16 mm). Trios 3® es un escáner de luz estructurado, potente y extremadamente rápido. Funciona bajo el principio de microscopía confocal y escaneo óptico ultrarrápido; no requiere de polvo contrastante y produce imágenes en color de alta calidad. El escáner tiene funciones especiales integradas, como Real Color Scan®, HD Photo Function® y Digital Shade Determination®. Estas son interesantes porque el escaneo en color puede ayudar a diferenciar la estructura natural del diente y los tejidos gingivales, por lo tanto, puede ayudar a los dentistas a identificar las líneas de los márgenes. El software de adquisición de Trios 3®, tiene funciones de eliminación automática de artefactos y de corte avanzadas, combinadas con funciones de bloqueo inteligente disponibles para superficies. Trios 3® produce archivos patentados (.DCM) que solo se pueden abrir con el software de diseño asistido por computadora (CAD) de 3 formas (3-Shape Dental System®), a través de la nube patentada. Plataforma basada en Trios Inbox® o estableciendo una conexión directa a través de Direct Connect®, en la que los datos se introducen en el sistema dental y se leen desde allí. El software CAD 3-Shape Dental System® es extremadamente potente y está muy extendido en los laboratorios dentales de todo el mundo. En cualquier caso, el escáner no exporta automáticamente archivos en formatos abiertos (.STL, .PLY) legibles desde otro software CAD común. Trios 3® es un sistema cerrado, el software CAD de 3-Shape permite el diseño de todo tipo de restauraciones y estructuras protésicas (inlays, onlays, carillas, coronas, puentes, barras): además, módulos para implantes (3-Shape Implant Studio®) y planificación de ortodoncia (3-Shape Ortho Analyzer®). Sin embargo, 3-Shape todavía no tiene fresadoras específicas para restauraciones en el consultorio (50).



Figura 10: Escáner intraoral Trios 3® (3-Shape, Copenhague, Dinamarca). Imagen referencial Mario Imburgia (50).

NOMBRE	MANUFACTURA	ADQUISICIÓN DE LA TECNOLOGÍA
CS 3600®	Carestream Dental, Atlanta, GA, USA	Escáner de luz LED - Video 3D de velocidad activa
CS 3700®	Carestream Dental, Atlanta, GA, USA	Triangulación activa con combinación de tonos inteligentes mediante la función de distribución de reflectancia bidireccional
DWIO®	Dentalwings, Montreal, Canada	Tecnología de imágenes láser azul-Multiscan
EMERALD®	Planmeca, Helsinki, Finland	Láseres rojos, verdes y azules: triangulación de patrón proyectado
EMERALD S®	Planmeca, Helsinki, Finland	Láseres rojos, verdes y azules: triangulación de patrón proyectado
ITERO ELEMENTS 5D®	Align Technologies, San José, CA, USA	Microscopía confocal paralela
MEDIT I-500®	Medit, Seoul, South Korea	Tecnología de video 3D en movimiento
OMNICAM®	Dentsply Sirona, York, PN, USA	Triangulación óptica y microscopía confocal
PRIMESCAN®	Dentsply Sirona, York, PN, USA	Sensores de alta resolución y luz de onda corta con análisis de contraste óptico de alta frecuencia para escaneo profundo dinámico (20 um)
RUNEYES®	Runeyes MI, Ningbo, Zhejiang, China	Tecnología rápida de vídeo 3D sincrónico
TRIOS 3®	3-Shape, Copenhagen, Denmark	Microscopía confocal y escaneo óptico ultrarrápido
VIRTUO VIVO®	Dentalwings, Montreal, Canada	Tecnología de imágenes láser azul-Multiscan
PLANSKAN	Planmeca, Helsinki, Finland	Triangulación de patrón proyectado, multiimagen
BLUECAM	Dentsply Sirona, York, PN, USA	Triangulación y microscopía óptica
E4D TECH	D4D technologies LLC, Richardson, TX	Microscopía confocal óptica
3D PROGRESS	MHT Spa, Verona, Italy	Formación 3 imágenes
APOLLO DI	Sirona Dental System GmbH, Germany	Microscopía óptica confocal
LYTHOS	Dimensional Photonics International, INC, Wilmington MA	Triangulación
INTRASCAN	MHT Technologies, Zimmer	Tecnología láser de paralelismo confocal
DENTALWINGS	3D Imagings and Simulations Corp. Korea	Video
TRUE DEFINITION	3M, ST PAUL, USA	Muestreo activo óptico de fuente de onda
LAVA TM COS	3M, ST PAUL, USA	Muestreo activo óptico de fuente de onda

Tabla I. Escáneres intraorales utilizados en la revisión bibliográfica.

Complicaciones escaneado:

La forma intraoral presenta un desafío para el escaneo óptico en el sentido de que las superficies a capturar como una imagen son altamente reflectantes o tienen un alto grado de translucidez. Dependiendo de la técnica de escaneo óptico empleada, puede ser necesario un recubrimiento en polvo, con un polvo de dióxido de titanio o magnesio para permitir que el escáner capture la imagen (figura 11). Algunos escáneres no requieren la aplicación de polvo para capturar la posición del cuerpo de escaneo con precisión.

Para ayudar con la exploración intraoral, a menudo se emplean dispositivos de retracción de labios y mejillas (figura 12).



Figura 11 y 12: Polvo de magnesio alrededor de Scanbody. Retracción de labios y mejillas. Imágenes referencial volumen 11, capítulo 2.3 Guía tratamiento ITI.

El conjunto de datos se captura progresivamente en imágenes incrementales con un pequeño campo de visión. La representación de la cavidad bucal se construye uniendo estas imágenes más pequeñas. Para fusionar con éxito las imágenes, se deben encontrar áreas u objetos de similitud para permitir que las imágenes se fusionen con éxito.

Si faltan varios dientes, la capacidad de registrar con precisión el contorno de los tejidos blandos de la boca puede ser más desafiante, ya que la movilidad del tejido blando puede impedir que el escáner reconozca suficientes puntos de similitud. Además, los escáneres intraorales tendrán una ruta preferida de viaje y captura de datos que el operador debe seguir para que los algoritmos del software reconstruyan con precisión la

imagen. La desviación de la ruta de exploración puede generar inexactitudes en los datos capturados.

Cuando el archivo de escaneo de superficie resultante se transfiere al software CAD, el implante virtual se reconstruirá dentro de la imagen.

El alcance de la información registrada depende de la configuración del cuerpo de referencia, la posición del cuerpo de referencia dentro del arco dental y la proximidad de las estructuras vecinas (dientes y cuerpos de referencia). Los estudios sugieren que la extensión de la información registrada también podría depender del dispositivo de escaneo en sí, dando como resultado diferentes valores de acuerdo con la exactitud de los diferentes sistemas.

A diferencia de las impresiones convencionales, donde el material seleccionado tiene limitaciones inherentes que afectan la exactitud. La exactitud de los detalles capturados es consistente y, por lo tanto, se debe considerar la practicidad de usar el escáner dentro de la boca. Por lo tanto, al utilizar un escáner intraoral se deben cumplir algunos requisitos físicos. Si la "varita" de escaneo es dimensionalmente demasiado grande, no llegará de manera efectiva a todas las áreas de la boca, comprometiendo potencialmente la cantidad y calidad de los datos capturados.

Otras inexactitudes en el proceso de escaneo intraoral pueden surgir de varias fuentes:

- Para que el escáner capture las áreas requeridas, el dispositivo emisor de luz debe poder acceder a todas las áreas de la dentición.

- La adquisición incompleta de la superficie de un cuerpo de escaneo por parte del dispositivo de escaneo, puede provocar que el software no reconozca el cuerpo de escaneo o causar un cálculo impreciso de la posición del cilindro y sus características geométricas.

- Degradación en la precisión de medición de los ángulos entre múltiples cuerpos de exploración pueden surgir de las diferencias de tamaño en los cuerpos de exploración y de los algoritmos utilizados para la reconstrucción de la exploración de superficie.

El empañamiento o la contaminación por humedad de la superficie de vidrio de la punta del escáner pueden reducir la exactitud del escaneo. Si bien la mayoría de los sistemas tienen elementos calefactores incorporados dentro de la punta del escáner para reducir el empañamiento, la evacuación a baja velocidad también es útil.

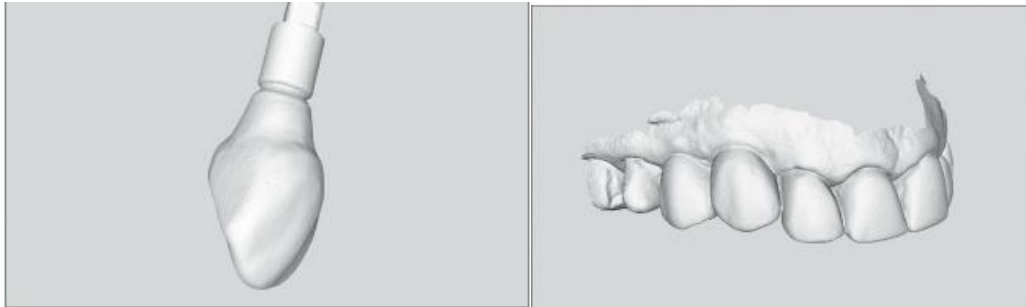
Sin embargo, la falta de puntos de referencia anatómicos estáticos claramente identificables en el arco edéntulo, pueden comprometer la unión de imágenes de campo de visión pequeño capturadas por escáneres intraorales, resultando en discrepancias de posición y relaciones entre implantes inexactas.

Esto puede cambiar a medida que la tecnología de escaneo intraoral mejore en el futuro, pero en la actualidad, las reconstrucciones de arcada completa que requieren múltiples implantes ferulizados se capturan mejor utilizando impresiones convencionales escaneadas posteriormente con un escáner de laboratorio (Andriessen y colaboradores 2014).

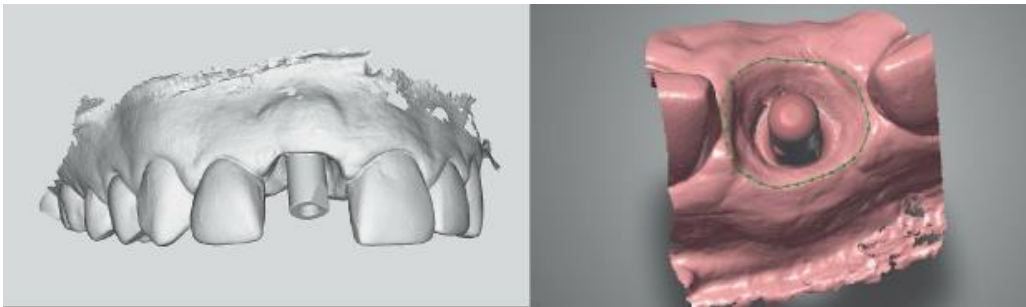
Escanear perfil de emergencia:

La personalización del tejido se emplea con frecuencia en implantes ubicados en zona estética, para esculpir y dar forma a la mucosa periimplantaria antes de la entrega de una restauración definitiva. Con las impresiones convencionales, esto implica pasos adicionales para crear copias de impresión personalizadas. Se realiza el escaneado de las superficies por separado; uno con el provisional in situ (figura 13) y otro con el cuerpo de escaneado atornillado (figura 14). Luego, es posible escanear directamente el perfil de emergencia de la restauración provisional personalizada (figuras 15 y 16).

Las funciones dentro del software CAD permiten duplicar este contorno de emergencia establecido en el provisional para la restauración definitiva.



Figuras 13 y 14: Escaneo de la restauración provisional. Restauración provisional en posición. Imágenes referencial volumen 11, capítulo 2.3 Guía tratamiento ITI.



Figuras 15 y 16: Escaneo de superficie después de remover restauración provisoria. Imágenes referencial volumen 11, capítulo 2.3 Guía tratamiento ITI.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la literatura disponible asociada a exactitud (precisión y veracidad) de diferentes sistemas de impresión digital intraoral para rehabilitaciones sobre implantes de arco completo.

Objetivos específicos

Conocer los factores que afectan la exactitud de impresiones digitales sobre implantes en arco completo.

Comparar exactitud de diferentes sistemas de impresión digital intraoral vs impresiones convencionales para rehabilitaciones sobre implantes de arco completo.

Comparar exactitud entre diferentes sistemas de impresión digital intraoral para rehabilitaciones sobre implantes de arco completo.

Hipótesis

Las impresiones digitales tienen la exactitud (precisión y veracidad) para rehabilitar arcos completos sobre implantes.

Material y método

Estrategia de búsqueda

El estudio se realizó según el principio PIO: población (Desdentados totales con necesidad de tratamiento rehabilitador sobre implantes en arco completo), intervención (Impresión digital con escáner intraoral) y resultado (Precisión y veracidad de la impresión digital). La pregunta de investigación basada en el enfoque PIO es: ¿Tienen la exactitud (precisión y veracidad) los sistemas de impresión digital intraoral para la rehabilitación de implantes dentales de arco completo? Esta revisión de la literatura utilizó herramientas de búsqueda de manera sistemática. Se utilizaron términos y palabras clave relacionados con técnica de impresión digital, impresión de arcada completa y escáneres intraorales para buscar artículos potenciales, sin restricción de publicaciones. La búsqueda se realizó en Julio de 2021 en tres bases de datos electrónicas, PubMed, Scopus y Cochrane Library (Tablas I, II y III respectivamente) y se modificó la estrategia de búsqueda en relación con la base de datos utilizada.

Cuadro de Búsqueda	Palabras buscadas	Resultados
#1	"Edentulous"[Title/Abstract] OR "Prostheses Implants"[Title/Abstract] OR "complete dental arch"[Title/Abstract] OR "full arch"[Title/Abstract] OR "Implant dentistry"[Title/Abstract]	13,995
#2	"intraoral scanner"[Title/Abstract] OR "intraoral scanning"[Title/Abstract] OR "digital impression"[Title/Abstract] OR "computer aided design"[Title/Abstract] OR "CAD/CAM"[Title/Abstract] OR "scanning technique"[Title/Abstract] OR "Dental Impression Technique"[Title/Abstract] OR "conventional impression"[Title/Abstract] OR "full arch impression"[Title/Abstract] OR "complete arch impression"[Title/Abstract] OR "implant impression"[Title/Abstract] OR "impression techniques"[Title/Abstract]	9,032

#3	"Accuracy"[Title/Abstract] OR "precision"[Title/Abstract] OR "trueness"[Title/Abstract]	545,913
	#1 AND #2 AND #3	306

Tabla I. Estrategia de búsqueda con las palabras clave utilizadas en el buscador PubMed.

Cuadro de Búsqueda	Palabras buscadas	Resultados
#1	TITLE-ABS-KEY ("Edentulous" OR "Prostheses Implants" OR "complete dental arch" AND "digital impression" OR "intraoral scanner" AND "Dental Impression Technique" OR "conventional impression" OR "full arch impression" OR "complete arch impression" AND "accuracy" OR "precision" OR "trueness")	464

Tabla II. Estrategia de búsqueda con las palabras clave utilizadas en la base de datos Scopus.

Cuadro de Búsqueda	Palabras buscadas	Resultados
---------------------------	--------------------------	-------------------

#1	"Complete edentulous" OR "Prostheses Implants" AND	791
Title,	"digital impression" OR "intraoral scanner" OR	
abstract,	"complete arch impression" OR "implant impression"	
subject	OR "impression techniques" AND "accuracy" OR "precision" OR "trueness"	

Tabla III. Estrategia de búsqueda con las palabras clave utilizadas en la base de datos Cochrane Library.

Además, se realizaron búsquedas manuales en las principales revistas relacionadas con implantología; Journal of Oral Implantology, International Journal of Implant Dentistry, International Journal of Oral Implantology, Journal of Implant and Advanced Clinical Dentistry e Implant Dentistry para identificar artículos que no se encontraron en las bases de datos electrónicas.

Se realizaron búsquedas en los portales electrónicos de cada una de estas revistas para identificar cualquier artículo adicional (vista inicial / en prensa o aceptado). La estrategia de búsqueda siguió las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis).

Criterios de inclusión:

- Estudios en todos los niveles de evidencia, excepto opinión de expertos.
- Estudios in vitro e in vivo.
- Publicaciones en revistas revisadas por pares.
- Uso de escáneres intraorales.

Criterios de exclusión:

- Estudios en pacientes dentados.
- Escáneres extraorales.
- Estudios en animales.

Criterios de elegibilidad:

Se identificaron los títulos y resúmenes en los términos de búsqueda para realizar la selección de artículos, se obtuvieron los textos completos de los artículos para analizarlos. Se realizaron búsquedas en las referencias de los artículos seleccionados para ampliar la búsqueda bibliográfica.

Se incorporaron artículos que investiguen respecto de las impresiones digitales de arco completo en desdentados totales, que serán rehabilitados mediante implantes óseo-integrados.

Los análisis anteriores fueron revisados por tres revisores (B.F, G.T, N.U) y en caso de desacuerdo se llegó a un consenso con los profesores asociados a la tesis.

Los resultados se expusieron en tablas (IV, V, VI y VII). Separando estudios in vitro - in vivo y revisiones sistemáticas.

Resultados de búsqueda

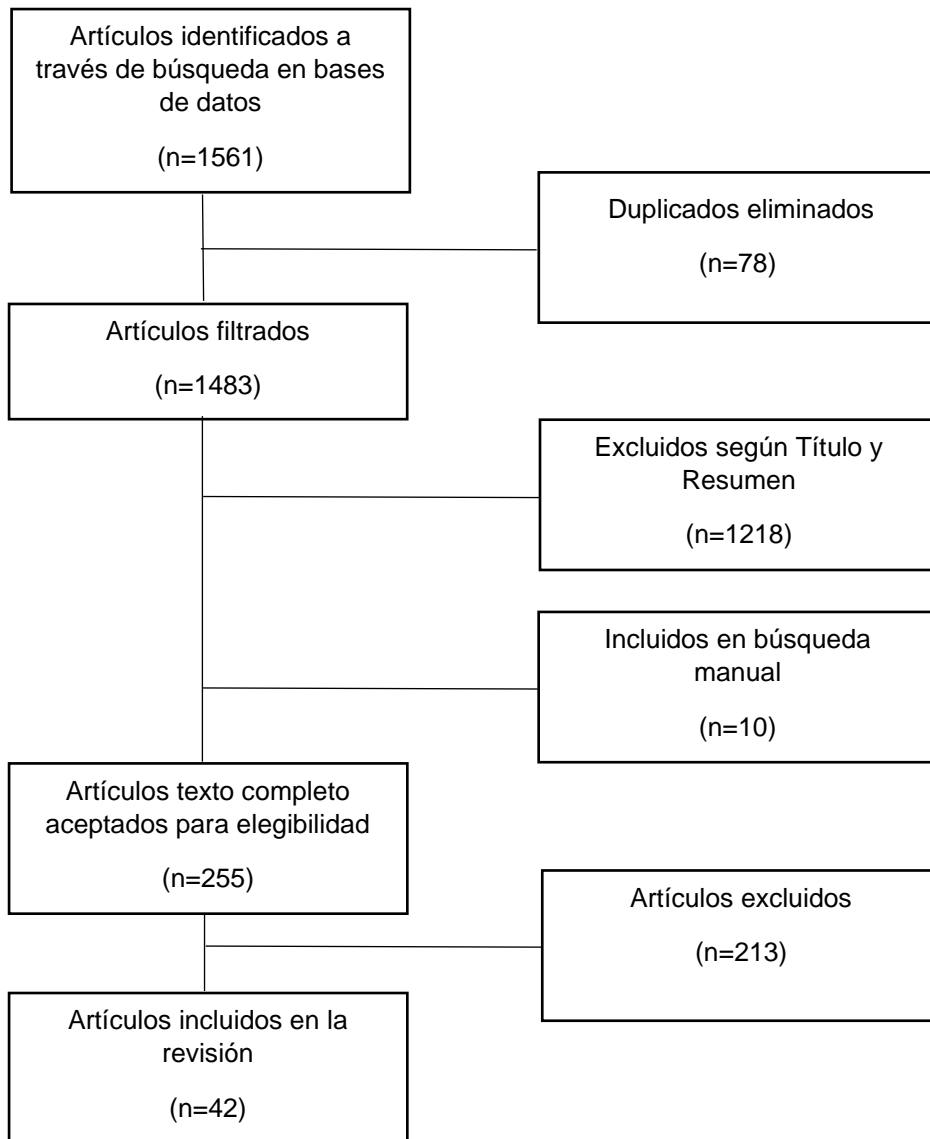


Figura I. PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis). Flujograma de selección de búsqueda de artículos científicos.

Selección de estudios para Pubmed: De los 306 estudios identificados, se seleccionaron 31 estudios según criterios de inclusión-exclusión para utilizar en la síntesis cualitativa.

Pubmed → 306 resultados → 122 para texto completo → 31 seleccionados

Scopus → 464 resultados → 98 para texto completo → 10 seleccionados

Cochrane Library → 791 resultados → 35 para texto completo → 1 seleccionado

Resultados

Tras la revisión de los artículos seleccionados (Figura I), se incluyeron 42 estudios en la síntesis cualitativa que consideraran tanto los criterios de inclusión y exclusión y la pregunta PIO. Se separaron en tabla IV (estudios in vitro), tabla V (método convencional vs digital), tabla VI (estudios in vivo) y tabla VII (revisiones sistemáticas).

Se identificaron variables que se repitieron entre los estudios y se incluyeron en la tabla IV de resumen estudios in vitro: Tipo de escáner intraoral a medir y software utilizado, material y tipo de Scanbody, número de implantes, profundidad y angulación.

Autor, año	Variable*	Escáner Intraoral	Scanbody **	N° implantes	Angulación	Profundidad Implantes	Software***	Resultado
Çakmak G, 2020(51)	Angulación, posición del ISB y tecnología IOS	Virtuo Vivo y Trios 3	CARES Mono Scan CrossFit regular	4	Posteriores 17 °	Bone level	ND	1. Posición ISB influye significativamente en desviación de distancia. 2. Virtuo Vivo presenta mayor desviación de distancia. 3. Un tipo de escáner no fue superior a otro en términos de precisión y veracidad.
Bilmenoglu C, 2020(27)	Tecnología IOS	1. 3D Progress 2. Omnicam 3. Bluecam 4. Apollo Di 5. Planscan 6. E4D Tech 7. TRIOS Mono Color cart 8. Color cart 9. Color Pod 10. Lythos	Straumann Bone level Scanbody	6	ND	Bone level	3D MHT, Cerec inLab SW4, Apollo DI, Design Center 2.0.0.19, Romexis 3.6.0.R, 3Shape TRIOS, Ormco 1.9.10398	Color POD, Omnicam, Apollo DI, Color Cart, MonoColor Cart y Bluecam se encontraron dentro del rango de 31 a 45 µm. E4D, 3D Progress, Lythos y Planscan se encontraron dentro del rango de 82 a 344 µm.
Papaspyridakos P, 2019(52)	Angulación-luz blanca	Trios 3	Scan bodies (2C-A; Nobel Biocare)	4	Posteriores 5°	ND	ND	Trios 3 presenta desviación estándar de 59 ± 16 µm.
Mangano F, 2020(28)	Tecnología IOS	1. CS 3600® 2. CS 3700® 3. DWIO® 4. EMERALD® 5. EMERALD S® 6. ITERO ELEMENTS 5D® 7. MEDIT I-500® 8. OMNICAM® 9. PRIMESCAN® 10. RONEYES® 11. TRIOS 3® 12. VIRTUO VIVO®.	PEEK	6	ND	ND	ND	Mayor precisión dada por ITERO ELEMENTS 5D®, PRIMESCAN®, CS 3700®, CS 3600®, TRIOS3® e i-500®.
De Angelis, F. 2017(53)	Distancia lineal modelo resina	CS3500®	PEEK	6	Paralelos	ND	ND	El promedio de error de alineación fue de 79,6 (± 12,87) µm. La precisión del escáner varía de 24 a 52 µm, dependiendo de la distancia entre scanbodies.
Mangano F, 2016(32)	Tecnología IOS	1. Trios® 2. CS 3500® 3. Zfx Intrascan® 4. Planscan	PEEK	6	ND	ND	ND	CS 3500 tuvo el mejor desempeño en términos de veracidad (63.2 µm) y precisión (55.2 µm), seguido de Trios (veracidad 71.6 µm y precisión de y 67.0 µm).

Iturrate M, 2019(54)	Uso de un dispositivo geométrico auxiliar (AGD)	1. TRIOS 3 2. True Definition 3. iTero	Maquinados	4	ND	ND	1. TRIOS 3 (2015-1) 2. True Definition (5.1.1) 3. iTero (1.5.0.361)	Sin el AGD, la veracidad osciló entre $21 \pm 16 \mu\text{m}$ en la distancia de referencia más corta y $125 \pm 80 \mu\text{m}$ en la distancia de referencia más grande. Con el AGD, la veracidad osciló entre $11 \pm 8 \mu\text{m}$ en la distancia de referencia más corta y $64 \pm 51 \mu\text{m}$ en la distancia de referencia más grande. La precisión varió de $18 \pm 14 \mu\text{m}$ en la distancia más corta a $84 \pm 74 \mu\text{m}$ en la distancia de referencia más grande sin el AGD.
Di Fiore A, 2019(31)	Tecnología IOS	1. True Definition 2. Trios 3. Cerec Omnicam 4. 3D progress 5. CS3500 6. CS3600 7. Planmeca Emelard 8. Dental Wings	PMMA	6	Paralelos	ND	ND	True Definition ($31 \mu\text{m} + - 8 \mu\text{m}$) y Trios ($32 \mu\text{m} + - 5 \mu\text{m}$) tienen el mejor rendimiento. Cerec Omnicam ($71 \mu\text{m} + - 55 \mu\text{m}$), CS3600 ($61 \mu\text{m} + - 14 \mu\text{m}$) rendimiento medio. El CS3500 ($107 \mu\text{m} + - 28 \mu\text{m}$) y Planmeca Emelard ($101 \mu\text{m} + - 38 \mu\text{m}$) rendimiento medio-bajo, mientras que el 3D Progress ($344 \mu\text{m} + - 121 \mu\text{m}$) y Dental Wings ($148 \mu\text{m} + - 64 \mu\text{m}$) presentan un bajo rendimiento.
Mangano F, 2020 (b)(55)	Tecnología del IOS- Modelo virtual de referencia (RVM) y Modelo derivado de índice sólido (SI)	CS 3700® y Emerald S®	PEEK	8	ND	ND	ND	El modelo más preciso fue el derivado SI con una veracidad promedio de $29 \mu\text{m} (\pm 26)$. Las distancias entre los modelos derivados de IOS y el RVM fueron mayores, con una veracidad media general de $42,4 \mu\text{m} (\pm 14,7)$ para CS 3700® y de $52,2 \mu\text{m} (\pm 4,6)$ para Emerald S®.
Sami T, 2020(30)	Tecnología IOS	1. True Definition 2. TRIOS 3. Omnicam 4. Emerald Scanner	PEEK	6	ND	ND	TD 5.2.1; TR 1.4.7.5; Om 4.5.0 y Em 4.6.0	Todos los IOS tuvieron precisión menor a 10% del tiempo con la tolerancia de $\pm 0.01 \text{ mm}$. Emerald fue preciso menos del 5% del tiempo. IOS presentan variaciones de no más del 2% en 5 exploraciones.
Mizumoto R, 2019(56)	Patrón escaneo y posicionamiento implante	Trios 3	PEEK	4	ND	$\sim 3\text{mm}$	ND	No se encontraron diferencias significativas entre técnicas de escaneo que abarcan paladar vs las que no abarcan paladar.

Canullo L, 2021(57)	Experiencia operador, arco parcial vs total y tecnología IOS	TRIOS 3 y CS 3600	PEEK	1, 2, 4	ND	ND	ND	Experiencia operador no influye significativamente en la precisión de la impresión digital. Precisión IOS disminuye en arcos completos.
Salorenzo A, 2021(58)	Dispositivo extraoral-angulación	TRIOS 3	PEEK	6	Modelo 1: paralelos Modelo 2: ya 20°, 10°, 0°, 0°, 15° y 30°	ND	ND	IOS conectado a un dispositivo extraoral, proporciona resultados más precisos que IOS convencional salvo en el modelo con implantes angulados.
Ciocca L, 2018(59)	Experiencia operador-distancia implantes	True Definition	PEEK	6	ND	ND	ND	La experiencia del operador no afecta la precisión de impresiones digitales. La impresión digital tiene un nivel de precisión clínico aceptable. La inexactitud aumentó con mayores distancias de ISB.
Pesce P, 2018(60)	Angulación	True Definition	Titanio, cilíndrico, extremo semi esférico	4	Sí	ND	ND	Las impresiones digitales representan un método confiable para fabricar estructuras sobre implantes de arcada completa, con ajuste pasivo incluso en implantes inclinados.
Vandeweghe S, 2017(44)	Tecnología IOS	1.Lava COS, 2. True Def, 3. Omnicam, 4. Trios 3	PEEK, cilíndrico	6	4.6 y 4.4 = 0.6° 4.4 y 4.2 = 1.7° 4.2 y 4.3 = 4.6° 3.2 y 3.4 = 4.8° 3.4 y 3.6 = 4.2°	ND	ND	True Definition y Trios tuvieron la más alta precisión. Lava COS no es adecuado para implantes múltiples y arcos completos
Giménez, Pradies, 2015(61)	Tecnología IOS	1.3D Progress, 2. ZFX 3. Intrascan	PEEK, cilíndrico	6	2M: 0 ° 2PM: 30 ° IL: 0°	2M: 0 mm 2PM: 0 mm ILD: -4mm ILI: -2mm	ND	Los sistemas de escaneo utilizados no son adecuados para impresiones de implantes múltiples.
Giménez B, 2015(62)	Experiencia operador	Lava COS	PEEK, cilíndrico	6	2M: 0 ° 2PM: 30 ° IL: 0°	2M: 0 mm 2PM: 0 mm ILD: -4mm ILI: -2mm	CEREC 4.0	La precisión para el primer cuadrante escaneado fue mayor y fue decreciendo a medida que se completa el arco. El operador sin experiencia tuvo mejores resultados.
Giménez B, 2015 (b)(24)	Experiencia operador	Cerec AC bluecam 4.0	PEEK, cilíndrico	6	2M: 0 ° 2PM: 30 ° IL: 0°	2M: 0 mm 2PM: 0 mm ILD: -4mm ILI: -2mm	Versión V 0.3.0.2	El escaneo del primer cuadrante es más preciso que el escaneo de arco completo. Los operadores experimentados tuvieron impresiones más precisas que los sin experiencia.

Imburgia M, 2017(50)	Tecnología IOS-protocolo escaneo-parcial vs total	1. CS3600, 2. Trios 3, 3. CEREC Omnicam, 4. True Definition	PEEK, cilíndrico	6	ND	ND	ND	Escanear una mandíbula completamente desdentada es más difícil que escanear un área de extensión limitada. Se encontraron diferencias significativas en la veracidad entre diferentes IOS, pero no se encontraron diferencias significativas en la precisión.
Arcuri, 2020(47)	Material ISB-angulación	Trios 3	PEEK, PEEK base titanio y titanio.	6	1.6 = 0° 1.4 = 25° distal 1.2 Y 2.2 = 0° 2.4 = 20° distal 2.6 = 20° distal y 20° facial	1.6= - 6 mm 1.4= - 3 mm 1.2, 2.2, 2.4, 2.6= 0 mm	ND	Mayor precisión: PEEK > Ti > PEEK + Ti. La angulación de los implantes disminuye la precisión de las impresiones digitales. La profundidad del implante parece no influir en la precisión.
Mizumoto R., 2020(29)	Protocolo de escaneo-material ISB	Trios 3	1. PEEK/Metal (base) 2. PEEK/Metal 3. PEEK/PEEK 4. PEEK/Ti 5. PEEK/PEEK 1. Cilindro plano con tapa de bola. 2. Rectangular 3. Cilindro con región triangular. 4. Cilindro plano cónico 5. Cilindro plano	4	ND	-3 mm	ND	El IOS es afectado por el tipo de Scanbody y la técnica de escaneo. El uso de diferentes ISB dio lugar a diferencias significativas en el tiempo de exploración.
Giménez B, 2014(22)	Experiencia operador-angulación-escaneo parcial vs total	iTero	Createch, cilíndrico	6	2M: 0° 2PM: 30° IL: 0°	2M: 0 mm 2PM: 0 mm ILD: -4mm ILI: -2mm	Versión 4.5.0.151	Los escaneos de cuadrantes fueron más precisos que los escaneos de arco completo. Los operadores inexpertos fueron más precisos que el operador experimentado.

*Principal variable descrita en el estudio. **Se menciona modelo y/o material de Scanbody utilizado por autores. ***Software del escáner intraoral utilizado. **** ND: no descrito en el texto.

Tabla IV. Resumen de estudios in vitro de impresiones de arco completo desdentado con implantes.

Se encontraron 11 estudios in vitro que comparan directamente las técnicas de impresión digital por medio de escáneres intraorales vs el método convencional de impresión con elastómeros (tabla V), en dos estudios se registró un mejor desempeño del método convencional, en cinco estudios se registró un mejor desempeño del sistema de impresión digital con escáneres intraorales, y en tres estudios se registró un desempeño similar entre ambos sistemas de trabajo. En un estudio agregaron a la comparación los escáneres de mesa, obteniendo como resultado un mejor desempeño de los escáneres de mesa sobre el método convencional y de escáner intraoral.

Autores y año	Variables de estudio	Escáner intraoral	Scanbodies*	Número de implantes	Angulación	Resultados
Kyoung Rok Kim et al. 2019 (63)	Convencional cubeta abierta vs impresión digital	TRIOS 3	TruScan	6	ND	Técnica convencional más precisa y veraz.
Ming Yi Tan et al. 2018 (64)	Impresión convencional, dos escáneres intraorales y tres escáneres de laboratorio	TRIOS y True Definition	inPost	Modelo A 6, modelo B 8.	ND	Mayor precisión escáner de mesa, luego convencional e IOS, peor precisión True Definition.
Ruoxuan Huang et al. 2020 (65)	Scanbodies sin estructura extensional, scanbodies con estructura extensional, cubeta abierta.	TRIOS 3	Gialloy Ti-5	4	ND	Técnica convencional más exacta, estructura extensional aumento exactitud.
Albayrak B et al. 2021 (66)	Convencional cubeta abierta vs impresión digital	Carestream 3500, Cerec Omnicam y Trios 3	ND	8	40°, 20°, 15°, 25°	Técnica digital más veraz que técnica convencional.

Knechtle N et al. 2021(67)	Convencional cubeta abierta vs impresión digital	TRIOS 3; TRIOS Color, CEREC Omnicam	Elos Accurate	6	si	Sin tejidos blandos precisión del sistema digital era comparable a la técnica convencional.
Ribeiro P et al. 2018(68)	Modelo 1 cubeta abierta vs impresión digital. Modelo 2 cubeta cerrada; cubeta abierta vs impresión digital	True Definition	Titanio	4	Modelo 1: 0° Modelo 2: 15°	Resultados similares con mejor desempeño del método digital.
Papaspyridakos et al. 2016(16)	Poliéster ferulizada y no ferulizada vs impresión digital	Trios 3	Cilindro de polímero	5	31, 33, 41, 43: 0° 35: 10° 45: 15°	Impresiones digitales tan precisas como convencionales, la precisión no se ve influenciada por angulación.
Menini et al. 2018(17)	7 técnicas impresión convencional vs impresión digital	True Definition	PEEK Createch Medical	4	ND	Método digital proporciona un ajuste pasivo aceptable.
Amin et al. 2017(69)	Convencional cubeta abierta con poliéster vs impresión digital	CEREC Omnicam y True Definition	Polímero Cilíndrico y plano, Straumann	5	0°, 10° y 15°	Impresiones digitales significativamente más precisas, True Definition presentó desviaciones 3D significativamente menores que Omnicam.
Tamer Abdel-Azim et al. 2014(70)	Convencional cubeta abierta vs impresión digital	iTero	ND	4	ND	Impresión y manufactura digital en general tiene más ajuste y exactitud.
Farhan F et al. 2021(71)	Convencional cubeta cerrada monofase y fase dual vs impresión digital	Medit-i500 IOS	PEEK	4	ND	Impresiones digitales presentan mayor precisión y pueden utilizarse en arcos completos.

*Se menciona modelo y/o material de Scanbody utilizado por autores.

Tabla V. Comparación del método convencional vs digital

Se encontraron 4 estudios in vivo con cuatro IOS diferentes (tabla VI), tres estudios clínicos donde se comparó el método convencional vs digital, mostrando que el método digital presenta rangos de precisión clínicamente aceptables.

1 estudio piloto de 25 sobredentaduras mandibulares retenidas sobre 2 implantes muestra que no fue posible producir estructuras bien ajustadas sobre los implantes.

Autor, año	Tipo de estudio	Variables	Medición	N° total implantes	Escáner Intraoral	Scanbody	Número implantes	Software	Método referencia	Resultado
Chochidakis K, 2020(72)	Estudio clínico prospectivo	Digital vs Convencional	Desviación de distancia-Distancia lineal	83	True definition	Cares Mono Straumann PEEK	4, 5 y 6	ND	CMM	Desviaciones 3D para 4 implantes ($139 \pm 56 \mu\text{m}$), 5 ($146 \pm 90 \mu\text{m}$) y 6 ($185 \pm 81 \mu\text{m}$). Hubo una correlación positiva entre el número de implantes y la desviación 3D.
Cappare P, 2019(73)	ECA	Digital vs Convencional	Pérdida ósea marginal-Éxito carga inmediata-Tiempo por procedimiento	300	CS 3600	PEEK	6	3.1.0 Adquisición Software	DIGORA 2.5	No hay diferencia de pérdida ósea marginal entre los grupos de control y de prueba. Significativamente menor tiempo en realizar el procedimiento de impresión digital.
Gherlone E, 2016(45)	ECA	Digital vs Convencional	Pérdida ósea marginal-Tiempo por procedimiento	120	TRIOS 3	PEEK	4	ND	Radiología digital (Schick Technologies)	No hay diferencia en la pérdida ósea marginal. Impresión digital necesita repetir más veces las tomas que el método convencional, pero es más rápido de realizar.
Andriessen F, 2014(7)	Estudio piloto	Distancia entre implantes	Desviación distancia-Distancia lineal-Error de angulación	50	iTero	Cuello regular Straumann	2	Versión 3.5.0	Lava Scan ST	4 exploraciones no fueron adecuadas debido a la gran distancia entre los 2 implantes o por falta de puntos de referencia estables en la mucosa oral. De 21 exploraciones adecuadas, solo 1 mostró un error de distancia aceptable ($<100 \mu\text{m}$) y un error de angulación aceptable ($<0,4$ grados).

Tabla VI. Resumen de estudios in vivo.

Se analizaron cuatro revisiones sistemáticas tanto cualitativas como cuantitativas (tabla VII), según pregunta de investigación realizada y conclusión principal.

Autor, año	Tipo de estudio (Cuali o cuantitativo)	Pregunta PICO	Resultado	Conclusión
Papaspyridakos P, et al. 2020(74)	Cuantitativo	En pacientes parcial y completamente edéntulos, ¿las exploraciones / impresiones digitales demuestran resultados de precisión similares en comparación con las impresiones de implantes convencionales?	Comparando método digital (TRIOS) y el método convencional, tuvo mejor resultado el método convencional, en otros estudios comparando método digital (TRUE DEFINITION) y el método convencional, tuvo mejor resultado el método digital, en otros trabajos comparando método digital y el método convencional, tuvo mejor resultado el método digital.	Para pacientes completamente desdentados y basado en 5 estudios in vitro, la desviación media 3D entre impresiones convencionales y digitales fue de 8,20 µm; los escaneos digitales mostraron precisión 3D nominalmente mejor, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa (P =0,72).
Carneiro et al. 2020(75)	Cualitativo	¿La posición de los implantes interfiere con los escáneres intraorales en los arcos que recibirán prótesis fija implanto-soportada?	Cinco estudios informaron que impresiones digitales tienen más precisión en comparación a las convencionales, 2 estudios in vitro informaron que la impresión convencional era mejor, solo un estudio no encontró diferencias significativas, el tipo de escáner influyó en el escaneo intraoral.	El escaneo digital es una alternativa adecuada a la toma de impresión convencional, las angulaciones más grandes (15°) pueden influir en la precisión, se necesitan más estudios clínicos para comprender la relación entre la angulación del implante y el escaneo intraoral.
Kachhara, et al. 2020(76)	Cuantitativo	¿Cuál es la tecnología de escaneo intraoral más explícita para impresiones de implantes múltiples en términos de exactitud y precisión?	Leve superioridad en precisión para el escáner Trios 3 sobre CEREC Omnicam. El efecto general del metaanálisis consolidado favorece al Trios 3.	La técnica "muestreo de frente de onda activa" (AWS) posee un mayor grado de precisión para realizar impresiones digitales de múltiples implantes. Angulación y profundidad del implante no afectan la precisión de los implantes digitales. Se requieren ensayos clínicos más largos para proporcionar un nivel más sólido de evidencia para validar los resultados de esta revisión sistemática.
Rutkunas V et al. 2017(77)	Cualitativo	¿Cuáles son los resultados de precisión de impresiones digitales de implantes?	Las desviaciones lineales (medias) de IOS utilizadas en estudios in vitro variaron de 6 a 337 µm. Estudios recientes indicaron pequeñas desviaciones de ángulo (0.07-0.3 °) con impresiones digitales. Algunos estudios informaron que la precisión de la impresión digital del implante estaba influenciada por la angulación del implante,	Las impresiones digitales sobre implantes ofrecen una alternativa válida para las restauraciones implanto soportadas de una o varias unidades. Se necesitan más estudios in vivo para corroborar el uso de los escáneres intraorales actualmente disponibles, identificar los factores que pueden

			la distancia entre los implantes, la profundidad de colocación del implante y la experiencia del operador.	afectar la precisión y definir las indicaciones clínicas para un tipo específico de escáner intraoral.
--	--	--	--	--

Tabla VII: Resumen de revisiones sistemáticas

1. Exactitud de las impresiones digitales en desdentados totales.

Treinta y ocho estudios (tablas IV,V,VI) examinaron la precisión y/o veracidad de las impresiones digitales en implantología. El resultado se evaluó midiendo las desviaciones lineales y angulares, desviaciones tridimensionales de la superficie entre los modelos de referencia y los modelos de prueba o examinando el ajuste de las estructuras en los modelos de prueba que se fabricaron en base a modelos maestros. Para evaluar distancias lineales y angulares entre implantes, se midieron modelos maestros y modelos de prueba con máquinas de medición de coordenadas (CMM) (22, 24, 31, 59, 60, 62, 78, 79). Las mediciones virtuales de las distancias y angulaciones de los implantes se calcularon después de realizar impresiones ópticas con varios escáneres de referencia de alta precisión ($<5 \mu\text{m}$), como IScan D104i (Imetric, Courgenay, Suiza) (32, 44), Dscan3® (EGSolutions, Italia) (53), Freedom UHD®, Dof Inc (Corea del Sur) (28), Lava Scan ST (3M ESPE, Seefeld, Alemania)(7, 68), Escáner E3 (3Shape Copenhagen, Dinamarca)(59), Edge ScanArm® HD (FARO) (30), Activity 880 (Smart Optics, Alemania) (52), ScanRider (Italia) (50, 57), Rainbow™ Digital Dentistry (Dentium) (80), ATOS Compact Scan 5M (GOM GmbH, Alemania) (47, 54), COMET L3D (Carl Zeiss Optotechnik GmbH) (29, 56) y ATOS So4 II (GOM GmbH, Alemania)(29). Los valores digitales de STL se cargaron en softwares de ingeniería inversa como Rapidform (Rapidform, INUS Technology Inc, Seúl, Corea)(62),(61) Geomagic Qualify 12.0 (Geomagic, Morrisville, NC, EE. UU.)(7, 28, 32, 44, 55, 59, 68), Geomagic Control X; 3D systems(30, 52) Imita 42(Materialise, Lovaina, Bélgica)(81), Rhinoceros 5.0 (Robert McNeel & Associates, Seattle, WA, EE. UU.)(17, 31), Gom Inspect Professional (GOM GmbH, Alemania)(69) y el software profesional ATOS (V7.5 SR2, GOM GmbH, Braunschweig, Alemania) (27), ATOS (Core 80 5MP, GOM GmbH Braunschweig, Alemania) (51) y se superpusieron con sus respectivos modelos maestros .STL para evaluar desviaciones tridimensionales. Atendiendo a la precisión, estudios concluyeron que es viable utilizar la tecnología digital como alternativa a los procedimientos de impresión convencionales.

Vandeweghe y cols., evaluaron la exactitud de cuatro IOS diferentes en la impresión de implantes en mandíbulas edéntulas y concluyeron que la veracidad media era $0,112 \pm 0,025$ mm para Lava COS, $0,035 \pm 0,012$ mm para 3M True Definition, $0,028 \pm 0,007$ mm

para Trios y $0,061 \pm 0,023$ mm para Cerec Omnicam. La precisión media fue de $0,066 \pm 0,025$ mm para Lava COS, $0,030 \pm 0,011$ mm para 3M True Definition, $0,033 \pm 0,012$ mm para Trios y $0,059 \pm 0,024$ mm para Cerec Omnicam (44). Ciocca y cols. revelaron que el error medio de posición 3D de la impresión digital era de $0,041 \pm 0,023$ mm hasta $0,082 \pm 0,030$ mm, lo que concuerda con estudios anteriores e indica un nivel de precisión clínicamente aceptable (59).

Menini y cols., compararon la precisión de la técnica de impresión convencional vs las impresiones digitales (tabla V) con cuatro implantes, mediante el análisis del ajuste pasivo de una prótesis soportada por implantes de arco completo. La prueba de campo de Sheffield reveló una brecha media de $0,022 \pm 0,023$ mm para la impresión convencional y $0,015 \pm 0,011$ mm para la impresión digital, lo que sugiere una mayor precisión de las impresiones digitales en comparación con las convencionales (17). De hecho, Ribeiro y cols. también concluyeron que para un modelo con cuatro implantes axiales, las desviaciones en las impresiones digitales eran menores que las relacionadas con las técnicas convencionales (68).

Adriessen y cols., realizaron los primeros estudios in vivo (tabla VI) el 2014, donde mostraron que los errores de distancia y angulación eran demasiado relevantes para el buen ajuste de las estructuras sobre implantes en mandíbulas edéntulas, concluyendo que la falta de referencias anatómicas para la exploración de mandíbulas edéntulas parece ser la razón principal de las exploraciones poco fiables (7). Resultados que contrastan con estudios in vivo más recientes, donde concluyen que el flujo de trabajo digital parece ser una opción válida y satisfactoria para rehabilitaciones de arcadas completas sobre implantes, siendo un procedimiento menos invasivo y con ahorro de tiempo (45, 73), estando la precisión de los sistemas digitales dentro del umbral clínicamente aceptable ($200 \mu\text{m}$) (72).

2. Exactitud de diferentes IOS.

Sólo se encontraron estudios in vitro que compararan más de tres escáneres intraorales, Mangano y cols. compararon 4 escáneres intraorales (Trios®; CS 3500®; Zfx Intrascan®; Planscan®) donde CS 3500 obtuvo el mejor desempeño en términos de veracidad (63.2 μm) y precisión (55.2 μm), seguido de Trios (veracidad 71.6 μm y precisión de 67.0 μm)(32); Imburgia y cols. compararon la exactitud de 4 escáneres intraorales (CS3600, Trios3, CEREC Omnicam y True Definition), encontrando diferencias significativas en la veracidad donde CS 3600® obtuvo la mayor veracidad (60,6 \pm 11,7 μm), seguido de Cerec Omnicam® (66,4 \pm 3,9 μm), Trios 3® (67,2 \pm 6,9 μm) y True Definition® (106,4 \pm 23,1 μm), donde no se encontraron diferencias significativas en la precisión (50); Vandeweghe y cols. compararon 4 escáneres intraorales (Lava COS, True Definition, Omnicam y Tríos), obteniendo True Definition y Trios la más alta precisión y Lava COS se consideró no adecuado para multi-implantes y escaneo de arco completo (44); Di Fiore y cols. el 2019 compararon 7 escáneres intraorales y 1 escáner de laboratorio, obteniendo True Definition (31 μm + - 8 μm) y Trios (32 μm + - 5 μm) los mejores rendimientos, Cerec Omnicam (71 μm + - 55 μm), CS3600 (61 μm + - 14 μm) rendimiento medio, y CS3500 (107 μm + - 28 μm) y Planmeca Emelard (101 μm + - 38 μm) rendimiento medio-bajo, mientras que el 3D Progress (344 μm + - 121 μm) y Dental Wings (148 μm + - 64 μm) presentaron un bajo rendimiento (31); Bilmenoglu y cols. el 2020 compararon varios escáneres intraorales obteniendo mejor desempeño el Color POD, Omnicam, Apollo DI, Color Cart, MonoColor Cart y Bluecam dentro del rango de 31 a 45 μm mientras E4D, 3D Progress, Lythos y Planscan entre 82 a 344 μm (27); Mangano y cols. el 2020 evaluaron 12 escáneres intraorales (CS 3600®, CS 3700®, DWIO®, EMERALD®, EMERALD S®, ITERO ELEMENTS 5D®, MEDIT I-500®, OMNICAM®, PRIMESCAN®, RONEYES®, TRIOS 3®, VIRTUO VIVO®) obteniendo mayor precisión los escáneres intraorales ITERO ELEMENTS 5D®, PRIMESCAN®, CS 3700®, CS 3600®, TRIOS3® e i-500® (28); Sami T y cols. el 2020 compararon 4 escáneres intraorales (True Definition, TRIOS, Omnicam y Emerald Scanner) sin

diferencia estadísticamente significativa entre ellos, obteniendo Emmerald el peor desempeño (30).

3. Angulación, número y profundidad implantes.

De un total de 43 estudios, 21 consideraron la angulación de los implantes (tabla IV y V). La totalidad de estudios mencionó el número de implantes, variando entre 2, 4, 6 y 8 implantes (tabla IV, V, VI), y 11 de ellos consideraron la profundidad de implantes (tabla IV). Ribeiro y cols. mediante el uso del IOS True Definition (3M, ESPE, USA) consideraron la angulación como un factor determinante en la precisión de impresiones de implantes, donde en el caso de implantes paralelos las impresiones digitales obtuvieron mejores resultados que las impresiones convencionales, sin embargo, en implantes angulados ambas técnicas obtuvieron un desempeño similar (68). Papaspyridakos y cols. al usar el escáner intraoral Trios 3, determinaron que la precisión de las impresiones de implantes no se ve influenciada por la angulación del implante hasta 15° para pacientes completamente desdentados (16). Según Pesce y cols. las impresiones digitales obtenidas con el escáner True Definition, representan un método confiable para fabricar estructuras de implantes de arcada completa con ajuste pasivo, incluso en implantes inclinados (60). Por otro lado, considerando la profundidad de los implantes Arcuri y cols. determinaron que la profundidad del implante no parece influir en la precisión de las impresiones digitales (47).

4. Experiencia operador.

Con respecto a la experiencia del operador 8 estudios incluyeron esta variable, lo cual arrojó resultados disímiles con respecto a la exactitud de las impresiones digitales realizadas por operadores expertos e inexpertos. Gimenez y cols. realizaron tres investigaciones donde incluyeron la variable mencionada. Obteniendo resultados favorables al operador experimentado en una de estas investigaciones (24), sin diferencias significativas entre operadores (61) y en un tercer estudio (62) se obtuvo

mayor precisión por parte del operador no experimentado por lo que se requeriría de estudios complementarios para un posterior análisis de estas variables. Ciocca y cols. (59), mencionan que “la experiencia del operador no afecta la precisión de impresiones digitales” siendo este resultando similar a los resultados obtenidos por Canullo y cols. (57) quienes afirman que “la experiencia del operador no influye significativamente en la precisión de la impresión digital. Sin embargo, la precisión disminuyó para los dos operadores y escáneres en el caso de la impresión de arco completo” lo que demuestra una mayor complejidad al realizar una impresión digital de arco completo versus la impresión digital de brecha corta.

Discusión

Como se mencionó anteriormente los términos veracidad y precisión fueron las variables determinadas en esta revisión, entendiendo por veracidad a la capacidad de una medición para coincidir con el valor real de la cantidad que se mide. Para esta revisión veracidad se consideró como la superposición de una impresión digital de un objeto escaneado con un modelo de referencia del mismo objeto, obtenido por ingeniería inversa (6, 43) y por precisión a la capacidad de una medición para repetirse de forma coherente (8), esto se puede evaluar superponiendo diferentes escaneos del mismo objeto realizados con el mismo escáner intraoral (40). Ambas variables se ven afectadas tanto por el operador como el dispositivo utilizado, su calibración, el tiempo transcurrido entre las mediciones y el entorno (temperatura y humedad) (82). Sin embargo, esta revisión pudo determinar que son pocos los estudios que hablan acerca de la reproducibilidad (veracidad) de los escáneres para impresiones de implantes (81), se encontraron estudios (16, 44, 83) que utilizan el término veracidad y aplican la misma metodología de superposición con un control. En la literatura revisada se apreció la falta de un consenso en la terminología utilizada. Se constató que hay estudios que utilizan el término de veracidad (trueness y/o accuracy) equivalente a reproducibilidad (16, 44, 83) y el concepto de repetibilidad no lo utilizan o lo nombran como “precision”, sin realizar diferencia o distinción respecto de estos términos (42). Para fines de esta revisión se utilizó el término exactitud el cual incluye tanto la precisión como veracidad de un dispositivo cuando los estudios in vitro tienen un método de referencia (veracidad) y generan múltiples escaneos (precisión) (40, 43).

Se analizaron 34 estudios in vitro (tabla IV y V), donde en general se concluye que el flujo digital mediante escáneres intraorales es una alternativa válida para realizar el registro de arco completo y rehabilitar mediante implantes óseointegrados. Sin embargo, existen factores que pueden afectar la exactitud del registro de la superficie a rehabilitar (7, 44, 57, 59, 61).

Está documentado que escanear pacientes desdentados totales es menos exacto que hacerlo en pacientes dentados (10, 11, 13, 37, 84), por lo que se han probado

dispositivos geométricos auxiliares (54) para simular estructuras que el escáner reconozca, facilitando la toma de la imagen y captura de los scanbodies (65, 85). Mejorando así la precisión de las impresiones de arco completo en desdentados totales (54).

La profundidad y angulación de los implantes puede dificultar y alterar la captura exacta de su posición en las impresiones digitales (56, 62). Parte de la literatura (25, 75, 86, 87) nos muestra que este factor puede ser relevante en esta situación clínica, sobre todo en angulaciones de implantes mayores a 15° (75), pero otros estudios revisados dan resultados contradictorios donde no se establece fehacientemente que esta situación clínica afecte la precisión de la impresión (47, 68, 76). Esto puede deberse a diferentes factores como la experiencia y destreza del operador al momento de utilizar el IOS (24).

Se ha establecido una curva de aprendizaje para los métodos digitales, diferentes estudios han mostrado que operadores experimentados tienen mejores resultados al momento de tomar una impresión digital (57, 88-90). Resultado distinto a un estudio de Gimenez y cols., (62) , donde operadores sin experiencia obtuvieron mejores resultados. Aunque este factor puede ser clave para una toma de impresión digital, tanto en tiempo y calidad de esta, en estudios in vitro puede no ser tan relevante, ya que el operador no se ve enfrentado a una situación clínica real de un paciente que pueda dificultar la toma de la impresión lo cual podría explicar los resultados de Gimenez y cols.

Si comparamos el método digital de impresión mediante escáneres intraorales con el método convencional mediante cubetas y materiales de impresión elastoméricos, los 11 estudios revisados (tabla V) muestran resultados aceptables del método digital mediante escáneres intraorales, 5 estudios (66, 68-71) muestran un mejor desempeño de los IOS, pero existen otros que no determinan que un método sea superior a otro, dando resultados similares entre ambos sistemas de registro (16, 17, 63-65, 67), Menini y cols., obtuvieron una estructura con ajuste pasivo utilizando ambos métodos de registro (17), Knechtle y cols., compararon la exactitud en modelos con y sin tejidos blandos que interfirieran en la posición de los implantes. Sin tejidos blandos que interfirieran con el escáner los resultados fueron similares, pero al tener tejidos blandos la exactitud de los

IOS disminuyó (67), Papaspyridakos y cols., al comparar ambos métodos obtuvieron resultados similares y observaron que la angulación de los implantes no influía en la exactitud (16).

Stimmelmayer y cols., informaron de una discrepancia media en el ajuste de los scanbodies de 39 μm sobre los implantes y sólo 11 μm en los análogos de implante (91), lo cual muestra que los IOS comparados con el método convencional tienen un desempeño similar en condiciones ideales. Si bien esta información es importante, no puede ser concluyente al momento de tomar una decisión clínica sobre qué método de impresión utilizaremos para realizar un tratamiento, ya que, al ser estudios in vitro no se exponen factores relevantes, como presencia de saliva (92) , escasa iluminación (93), cooperación del paciente, experiencia del operador (22, 57, 86-88). Un mayor nivel de evidencia nos entrega los estudios clínicos. Aunque esta literatura es escasa (25), al revisar los estudios seleccionados se encontraron 4 publicaciones que estudiaron esta situación (tabla VI). Hubo 2 estudios clínicos controlados aleatorizados con resultados clínicos aceptables evaluados en la pérdida ósea y ajuste pasivo de la estructura (45, 73). Gherlone y col., realizaron un flujo completamente digital en 25 pacientes con rehabilitaciones “all on four”, demostrando que es posible fabricar restauraciones CAD / CAM con una precisión satisfactoria siguiendo una técnica de impresión digital basada en muestreo de frente de onda activo con el escáner Tríos 3 (45). Asimismo, Cappare y col., compararon el método convencional vs digital en 50 pacientes con rehabilitaciones sobre 6 implantes concluyendo que el flujo digital es una opción válida para rehabilitaciones de arcadas completas, debido a la opción menos invasiva para los pacientes y su ahorro de tiempo (73). Chochlidakis y cols., compararon el método convencional vs digital con 4, 5 y 6 implantes en 16 pacientes edéntulos. Demostraron que, si bien hubo una correlación positiva entre el número de implantes y una menor precisión del IOS, el resultado no es estadísticamente significativo. Los resultados de este estudio clínico prospectivo indican una discrepancia entre los modelos de referencia y los modelos digitales intraorales en el rango de 162 μm (72). Precisión dentro del umbral clínicamente aceptable según datos reportados anteriormente con rangos menores a 200 μm (33-35).

Solo un estudio piloto mostró la impresión digital como un método no adecuado, con errores de distancia demasiado grandes para estos casos clínicos. Sin embargo, en este estudio se consideró como aceptable una discrepancia menor a 100 µm. Los autores concluyen que los errores de precisión se deben a mayor distancia entre los implantes y a la falta de estructuras anatómicas que sean puntos de referencia al momento de explorar (7).

Si bien los estudios clínicos son escasos, las impresiones digitales tienen sustento en estudios in vitro, donde se establece mediante comparaciones con impresiones análogas que son un método de impresión válido (66, 68-71), hay que considerar la falta de estudios clínicos tanto en cantidad como en seguimiento a mediano y largo plazo. Faltan estudios clínicos que logren métodos de comparación más específicos y exactos como se establecen en estudios in vitro (28). Se ha validado la técnica de impresión digital en arcos completos (59, 60), incluso el escaneo de zonas de difícil reconocimiento como paladar (56), a pesar que diversos estudios in vitro han confirmado que la exactitud de los IOS es mayor en cuadrantes que arcos completos (22, 24, 50, 57, 62). Así, Ender y cols. (43) comprobaron que la región anterior era más precisa que la posterior, y que la zona posterior con más desviaciones estaba localizada en el extremo contrario a donde se empezó el escaneo.

En cuanto a las revisiones sistemáticas (tabla VII), cuatro abordaron una temática similar a la pregunta PIO. En general presentaron a los escáneres intraorales como una buena herramienta para poder resolver esta situación clínica. Rutkunas y cols. establecen la impresión digital como una alternativa válida, pero señalan la falta de evidencia clínica que la avale (77), resultados que comparten los estudios de Kachhara y cols.(76), Papaspyridakos y cols. (74) y Carneiro y cols. (75).

Christopoulou y cols., (94) en una revisión sistemática reporta la preferencia y experiencia de los pacientes al usar escáneres intraorales en diferentes áreas de la odontología.

Carneiro y cols. concluyen que angulaciones mayores a 15° pueden afectar la precisión de la impresión digital (75) en contraste con la revisión de Kachhara y cols. que

nos muestra que la angulación y profundidad del implante no afectan la precisión de los implantes digitales. Concluyendo además, que la técnica “muestreo de frente de onda activa” (AWS) posee un mayor grado de precisión para realizar impresiones digitales de múltiples implantes (76).

Al momento de estudiar la precisión del flujo digital se debe considerar tanto el escáner intraoral como también el scanbody o scanpost a utilizar (95).

El material y/o tipo de scanbody y los escáneres utilizados en cada estudio se muestran en las tablas (IV, V y VI).

La revisión sistemática de Mizumoto y cols., sobre scanbodies en implantología nos muestra que la interacción entre la tecnología de escáner y el diseño de ISB es una consideración importante que aún no se comprende bien. Donde a pesar de ser fundamental en el registro de la posición del implante, se encuentran diferencias en el reporte de características / diseño de ISB, la precisión y el papel de los ISB en los procesos CAD-CAM (49). Asimismo, Albayrak y cols. concluyen que, en estudios posteriores, se debe investigar cómo la precisión de las impresiones se ve afectada por el uso de múltiples scanbodies con diferentes formas y diseños (66). Conclusión similar a la de Marques y cols., (25) donde se afirma que tanto el diseño como el material del ISB pueden influir en la precisión de las impresiones digitales.

Con respecto a la exactitud entre escáneres intraorales (tabla IV y V). Amin y cols. (69) estudiaron la reproducibilidad (veracidad) del escaneo de 5 implantes con los escáneres intraorales True Definition® y Cerec Omnicam® vs la impresión convencional. Encontraron diferencias estadísticamente significativas, mejor reproducibilidad en los escáneres intraorales vs la técnica convencional, y con valores de reproducibilidad mejores para el True Definition®. Imburgia y cols., llevaron a cabo un estudio in vitro comparando la precisión de cuatro IOS con tecnologías de adquisición de imagen diferentes, donde afirman, que el escáner Trios 3® con el principio de microscopía confocal es el que mejor resultado obtiene, mientras que True Definition®, con el principio de frente de onda activo presenta resultados menos favorables (50). Esto puede ser debido a que utiliza una versión de software anterior al resto de estudios (7). Resultados

similares a los de Vandeweghe y cols., quienes concluyen que los escáneres Trios 3® y True Definition® obtienen los mejores resultados, y a su vez, Lava C.O.S® con el principio de frente de onda activo, es el que peores resultados obtiene asociado a que utiliza una versión de software anterior al de True Definition® (8). La relevancia del Software y/o Hardware a utilizar con el IOS ha sido documentada (96). Porr y cols., determinaron precisión y tiempo de escaneo del escáner CEREC Omnicam utilizando dos versiones de software donde concluyeron que tanto el software como la estrategia de exploración pueden afectar la precisión de las exploraciones de arco completo (97).

Por otro lado, comparando las impresiones digitales con las convencionales, Amin et al. concluyen que las impresiones digitales de 22 arcadas completas edéntulas con el escáner True Definition® y Omnicam® tienen una mayor precisión que las impresiones convencionales a cubeta abierta (69). Resultados que coinciden con los de Papaspyridakos et al.(16) y Menini et al. (17).

En los estudios anteriormente revisados se utilizaron distintos tipos de tecnologías para la captura de la imagen o video. Lava COS de 3M ESPE (Seefeld, Alemania) captura datos en una secuencia de video utilizando el principio de muestreo de frente de onda activo con proyección de luz estructurada, lo cual requiere de polvo en las áreas de escaneo para minimizar al máximo el reflejo de la luz y determinar puntos de referencia para el IOS (44). True Definition, también de 3MESPE (Seefeld, Alemania), considerada una versión mejorada del Lava COS, también funciona bajo el principio de muestreo de frente de onda activa con una luz azul pulsante, generando tecnología de video en 3D, la cual no requiere polvo de óxido de titanio (44, 50). Cerec Omnicam de Sirona (Long Island City, NY, EE. UU.) está basado en el principio de microscopía confocal y triangulación óptica activa. Este IOS no requiere de polvo de contraste en el área de escaneo y también proporciona información de color (44, 50). Por otra parte, para crear un modelo 3D, el Trios 3 de 3Shape (Copenhague, Dinamarca) funciona bajo el concepto de microscopía confocal y escaneo óptico ultrarrápido, capturando imágenes 2D de forma continua desde diferentes posiciones, proporciona información de color (44, 50). Por último, CS 3600 de Carestream (Rochester, NY, EE. UU.) funciona a través de video tridimensional de

velocidad activa. No requiere polvo de contraste en la superficie de escaneo y proporciona imágenes en color de alta calidad (50).

Independiente de cuál sea el método para capturar el área a escanear. La elección de qué IOS usar puede no tener un impacto significativo en la precisión de las impresiones digitales, ya que los dispositivos más recientes presentan resultados clínicamente aceptables(27, 28, 31). Sin embargo, la mayor parte de literatura recopilada son estudios in vitro (tabla IV y V) donde las mediciones no se ven afectadas por factores externos como saliva, la transparencia y la cantidad de reflexión de la luz de los tejidos bucales, los movimientos del paciente y la incapacidad de la punta del escáner para alcanzar las regiones posteriores, especialmente en pacientes con apertura bucal limitada. Factores que se han considerado pueden afectar la precisión de la impresión digital (66, 98).

Para consolidar estos resultados o ajustarlos a la experiencia clínica, las impresiones de implantes digitales y convencionales deben compararse en estudios in vivo.

Tanto los estudios clínicos como las revisiones sistemáticas son un alto nivel de evidencia y presentan resultados alentadores en estas situaciones clínicas, sin embargo, la evidencia encontrada resulta ser escasa y es necesario más investigaciones clínicas para poder consolidar una decisión basada en la evidencia. Dado que los escáneres de referencia no se pueden utilizar intraoralmente, la compatibilidad de las prótesis implantosoportadas producidas con ambas técnicas (convencional o digital) debe comprobarse con pilares mediante métodos como la prueba de Sheffield (descrita anteriormente) y la evaluación microscópica y / o radiográfica. La comparación de los resultados a largo plazo después de la instalación de estas prótesis a los pacientes sería muy útil para seleccionar técnicas de impresión basadas en casos clínicos.

Conclusiones

Con base en la evidencia limitada disponible para esta revisión y con la interpretación de los resultados restringidos por los entornos y diseños de estudio, se pueden extraer algunas conclusiones preliminares:

1. Precisión y veracidad se ocupan como términos indistintos en la mayoría de los estudios revisados.
2. La evidencia confirma que las impresiones digitales con escáneres intraorales son un procedimiento con un alto grado de exactitud en implantología. Sin embargo, son necesarias más investigaciones con diseño in vivo para determinar pautas clínicas en desdentados totales.
3. Impresiones con flujo convencional siguen siendo una alternativa avalada en implantología.
4. No hay evidencia clara que entre los escáneres intraorales una tecnología de adquisición sea más precisa que otra. El software a utilizar parece ser una factor a considerar en la exactitud de cada dispositivo.

Referencias Bibliográficas

1. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23 Suppl 6:22-38.
2. Semper W, Kraft S, Mehrhof J, Nelson K. Impact of abutment rotation and angulation on marginal fit: theoretical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(4):752-8.
3. Pera F, Pesce P, Bevilacqua M, Setti P, Menini M. Analysis of Different Impression Techniques and Materials on Multiple Implants Through 3-Dimensional Laser Scanner. *Implant Dent.* 2016;25(2):232-7.
4. Zimmerman M MA, Mörmann W H, Reich S. Intraoral scanning systems—a current overview.: *Int J Comput Dent.*; 2015. p. 101–29.
5. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont.* 2015;24(4):313-21.
6. Güth JF, Edelhoff D, Schweiger J, Keul C. A new method for the evaluation of the accuracy of full-arch digital impressions in vitro. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1487-94.
7. Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent.* 2014;111(3):186-94.
8. Gallucci G EC, Tahmaseb A. ITI Treatment guide. 2019. In: *Digital Workflows in Implant Dentistry* [Internet]. Berlin, Barcelona, Chicago, Istanbul, London: Quintessence Publishing.
9. Lyu M, Di P, Lin Y, Jiang X. Accuracy of impressions for multiple implants: A comparative study of digital and conventional techniques. *J Prosthet Dent.* 2021.
10. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(3):471-8.
11. T F. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. In: WJ VdM, editor.: *Clin Oral Implants Res*; 2018. p. 374-92.
12. I G. Precision and practical usefulness of intraoral scanners in implant dentistry: A systematic literature review. In: J C, editor.: *J Clin Exp Dent*; 2020. p. 784-93.
13. Joda T, Brägger U. Complete digital workflow for the production of implant-supported single-unit monolithic crowns. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(11):1304-6.
14. Derksen W, Tahmaseb A, Wismeijer D. A Randomized Clinical Trial comparing the clinical fit of CAD/CAM monolithic zirconia Fixed Dental Prostheses (FDP) on ti-base abutments based on digital or conventional impression techniques. One year follow-up. *Int J Prosthodont.* 2021.
15. Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. *Eur J Orthod.* 2016;38(4):422-8.
16. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(4):465-72.
17. Menini M, Setti P, Pera F, Pera P, Pesce P. Accuracy of multi-unit implant impression: traditional techniques versus a digital procedure. *Clin Oral Investig.* 2018;22(3):1253-62.
18. Miyoshi K, Tanaka S, Yokoyama S, Sanda M, Baba K. Effects of different types of intraoral scanners and scanning ranges on the precision of digital implant impressions in edentulous maxilla: An in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2020;31(1):74-83.

19. Alsharbaty MHM, Alikhasi M, Zarrati S, Shamshiri AR. A Clinical Comparative Study of 3-Dimensional Accuracy between Digital and Conventional Implant Impression Techniques. *J Prosthodont*. 2019;28(4):e902-e8.
20. Zhang YJ, Shi JY, Qian SJ, Qiao SC, Lai HC. Accuracy of full-arch digital implant impressions taken using intraoral scanners and related variables: A systematic review. *Int J Oral Implantol (Berl)*. 2021;14(2):157-79.
21. van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One*. 2012;7(8):e43312.
22. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradíes G. Accuracy of a digital impression system based on parallel confocal laser technology for implants with consideration of operator experience and implant angulation and depth. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(4):853-62.
23. Su TS, Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *J Prosthodont Res*. 2015;59(4):236-42.
24. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradíes G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17 Suppl 1:e54-64.
25. Marques S, Ribeiro P, Falcão C, Lemos BF, Ríos-Carrasco B, Ríos-Santos JV, et al. Digital Impressions in Implant Dentistry: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3).
26. Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc*. 2013;144(8):914-20.
27. Bilmenoglu C, Cilingir A, Geckili O, Bilhan H, Bilgin T. In vitro comparison of trueness of 10 intraoral scanners for implant-supported complete-arch fixed dental prostheses. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020;124(6):755-60.
28. Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C. Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):263.
29. Mizumoto RM, Yilmaz B, McGlumphy EA, Jr., Seidt J, Johnston WM. Accuracy of different digital scanning techniques and scan bodies for complete-arch implant-supported prostheses. *J Prosthet Dent*. 2020;123(1):96-104.
30. Sami T, Goldstein G, Vafiadis D, Absher T. An in vitro 3D evaluation of the accuracy of 4 intraoral optical scanners on a 6-implant model. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020;124(6):748-54.
31. Di Fiore A, Meneghello R, Graiff L, Savio G, Vigolo P, Monaco C, et al. Full arch digital scanning systems performances for implant-supported fixed dental prostheses: a comparative study of 8 intraoral scanners. *J Prosthodont Res*. 2019;63(4):396-403.
32. Mangano FG, Veronesi G, Hauschild U, Mijiritsky E, Mangano C. Trueness and Precision of Four Intraoral Scanners in Oral Implantology: A Comparative in Vitro Study. *PLoS One*. 2016;11(9):e0163107.
33. Papaspyridakos P, Benic GI, Hogsett VL, White GS, Lal K, Gallucci GO. Accuracy of implant casts generated with splinted and non-splinted impression techniques for edentulous patients: an optical scanning study. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(6):676-81.
34. Jemt T. In vivo measurements of precision of fit involving implant-supported prostheses in the edentulous jaw. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11(2):151-8.
35. Jemt T, Book K. Prosthesis misfit and marginal bone loss in edentulous implant patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11(5):620-5.
36. Wulfman C, Naveau A, Rignon-Bret C. Digital scanning for complete-arch implant-supported restorations: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2020;124(2):161-7.
37. Flügge T, van der Meer WJ, Gonzalez BG, Vach K, Wismeijer D, Wang P. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29 Suppl 16:374-92.

38. Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent.* 2013;16(1):11-21.
39. Zaruba M, Mehl A. Chairside systems: a current review. *Int J Comput Dent.* 2017;20(2):123-49.
40. 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;2017:8427595.
41. JL F. *Fundamentals of CAD/CAM dentistry.* N S, editor. New york: The American College of Prosthodontists; 2018.
42. A. Menditto MP, and B. Magnusson. Understanding the meaning of accuracy, trueness and precision. 2007. p. 45-7.
43. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013;109(2):121-8.
44. Vandeweghe S, Vervack V, Dierens M, De Bruyn H. Accuracy of digital impressions of multiple dental implants: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(6):648-53.
45. Gherlone E, Capparé P, Vinci R, Ferrini F, Gastaldi G, Crespi R. Conventional Versus Digital Impressions for "All-on-Four" Restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2016;31(2):324-30.
46. Nayyar N, Yilmaz B, McGlumphy E. Using digitally coded healing abutments and an intraoral scanner to fabricate implant-supported, cement-retained restorations. *J Prosthet Dent.* 2013;109(4):210-5.
47. Arcuri L, Pozzi A, Lio F, Rompen E, Zechner W, Nardi A. Influence of implant scanbody material, position and operator on the accuracy of digital impression for complete-arch: A randomized in vitro trial. *J Prosthodont Res.* 2020;64(2):128-36.
48. Li H, Lyu P, Wang Y, Sun Y. Influence of object translucency on the scanning accuracy of a powder-free intraoral scanner: A laboratory study. *J Prosthet Dent.* 2017;117(1):93-101.
49. Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2018;120(3):343-52.
50. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):92.
51. Çakmak G, Yilmaz H, Treviño A, Kökat AM, Yilmaz B. The effect of scanner type and scan body position on the accuracy of complete-arch digital implant scans. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* 2020;22(4):533-41.
52. Papispyridakos P, Chen YW, Gonzalez-Gusmao I, Att W. Complete digital workflow in prosthesis prototype fabrication for complete-arch implant rehabilitation: A technique. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2019;122(3):189-92.
53. De Angelis F, Pignatiello G, Brauner E, Piccoli L, Pompa G, Di Carlo S. Accuracy and precision of an intraoral scanner in complex prosthetic rehabilitations: An in vitro study. *Journal of International Dental and Medical Research.* 2017;10(1):52-8.
54. Iturrate M, Eguiraun H, Etxaniz O, Solaberrieta E. Accuracy analysis of complete-arch digital scans in edentulous arches when using an auxiliary geometric device. *J Prosthet Dent.* 2019;121(3):447-54.
55. Mangano FG, Bonacina M, Mandelli F, Marchiori F. Solid index versus intraoral scanners in the full-arch implant impression: in vitro trueness evaluation. *BMC Res Notes.* 2020;13(1):504.
56. Mizumoto RM, Alp G, Özcan M, Yilmaz B. The effect of scanning the palate and scan body position on the accuracy of complete-arch implant scans. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(5):987-94.
57. Canullo L, Colombo M, Menini M, Sorge P, Pesce P. Trueness of Intraoral Scanners Considering Operator Experience and Three Different Implant Scenarios: A Preliminary Report. *Int J Prosthodont.* 2021;34(2):250–3.

58. Sallorenzo A, Gómez-Polo M. Comparative study of the accuracy of an implant intraoral scanner and that of a conventional intraoral scanner for complete-arch fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent*. 2021.
59. Ciocca L, Meneghello R, Monaco C, Savio G, Scheda L, Gatto MR, et al. In vitro assessment of the accuracy of digital impressions prepared using a single system for full-arch restorations on implants. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2018;13(7):1097-108.
60. Pesce P, Pera F, Setti P, Menini M. Precision and Accuracy of a Digital Impression Scanner in Full-Arch Implant Rehabilitation. *Int J Prosthodont*. 2018;31(2):171-5.
61. Giménez B, Pradies G, Martínez-Rus F, Özcan M. Accuracy of two digital implant impression systems based on confocal microscopy with variations in customized software and clinical parameters. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30(1):56-64.
62. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a Digital Impression System Based on Active Triangulation Technology With Blue Light for Implants: Effect of Clinically Relevant Parameters. *Implant Dent*. 2015;24(5):498-504.
63. Kim KR, Seo KY, Kim S. Conventional open-tray impression versus intraoral digital scan for implant-level complete-arch impression. *J Prosthet Dent*. 2019;122(6):543-9.
64. Tan MY, Yee SHX, Wong KM, Tan YH, Tan KBC. Comparison of Three-Dimensional Accuracy of Digital and Conventional Implant Impressions: Effect of Interimplant Distance in an Edentulous Arch. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2019;34(2):366–80.
65. Huang R, Liu Y, Huang B, Zhang C, Chen Z, Li Z. Improved scanning accuracy with newly designed scan bodies: An in vitro study comparing digital versus conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation. *Clin Oral Implants Res*. 2020;31(7):625-33.
66. Albayrak B, Sukotjo C, Wee AG, Korkmaz İ H, Bayındır F. Three-Dimensional Accuracy of Conventional Versus Digital Complete Arch Implant Impressions. *J Prosthodont*. 2021;30(2):163-70.
67. Knechtle N, Wiedemeier D, Mehl A, Ender A. Accuracy of digital complete-arch, multi-implant scans made in the edentulous jaw with gingival movement simulation: An in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021.
68. Ribeiro P, Herrero-Climent M, Díaz-Castro C, Ríos-Santos JV, Padrós R, Mur JG, et al. Accuracy of implant casts generated with conventional and digital impressions—An in vitro study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(8).
69. Amin S, Weber HP, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, Papaspyridakos P. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clin Oral Implants Res*. 2017;28(11):1360-7.
70. Abdel-Azim T, Zandinejad A, Elathamna E, Lin W, Morton D. The influence of digital fabrication options on the accuracy of dental implant-based single units and complete-arch frameworks. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(6):1281-8.
71. Farhan FA, Sahib AJ, Fatalla AA. Comparison of the accuracy of intraoral digital impression system and conventional impression techniques for multiple implants in the full-arch edentulous mandible. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(5):e487-e92.
72. Chochlidakis K, Papaspyridakos P, Tsigarida A, Romeo D, Chen YW, Natto Z, et al. Digital Versus Conventional Full-Arch Implant Impressions: A Prospective Study on 16 Edentulous Maxillae. *Journal of Prosthodontics*. 2020;29(4):281-6.
73. Cappare P, Sannino G, Minoli M, Montemezzi P, Ferrini F. Conventional versus Digital Impressions for Full Arch Screw-Retained Maxillary Rehabilitations: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(5).
74. Papaspyridakos P, Vazouras K, Chen YW, Kotina E, Natto Z, Kang K, et al. Digital vs Conventional Implant Impressions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Prosthodont*. 2020;29(8):660-78.

75. Carneiro Pereira AL, Medeiros VR, da Fonte Porto Carreiro A. Influence of implant position on the accuracy of intraoral scanning in fully edentulous arches: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020.
76. Kachhara S, Nallaswamy D, Ganapathy DM, Sivaswamy V, Rajaraman V. Assessment of intraoral scanning technology for multiple implant impressions - A systematic review and meta-analysis. *Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2020;20(2):141-52.
77. Rutkunas V, Gečiauskaite A, Jegelevičius D, Vaitiekunas M. Accuracy of digital implant impressions with intraoral scanners. A systematic review. *European Journal of Oral Implantology*. 2017;10:101-20.
78. Mandelli F, Zaetta A, Cucchi A, Mangano FG. Solid index impression protocol: a hybrid workflow for high accuracy and passive fit of full-arch implant-supported restorations. *Int J Comput Dent*. 2020;23(2):161-81.
79. Pradies G, Ferreiroa A, Özcan M, Giménez B, Martínez-Rus F. Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *Journal of the American Dental Association*. 2014;145(4):338-44.
80. Farhan FA, Sahib AJA, Fatalla AA. Comparison of the accuracy of intraoral digital impression system and conventional impression techniques for multiple implants in the full-arch edentulous mandible. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2021;13(5):487-92.
81. Gimenez-Gonzalez B, Hassan B, Özcan M, Pradies G. An In Vitro Study of Factors Influencing the Performance of Digital Intraoral Impressions Operating on Active Wavefront Sampling Technology with Multiple Implants in the Edentulous Maxilla. *J Prosthodont*. 2017;26(8):650-5.
82. Baron. MS. Evaluación in-vitro de la precisión de los escáneres de uso en la odontología digital para la confección de estructuras para prótesis sobre implantes. Barcelona: UIC, Tesis doctoral.; 2017.
83. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig*. 2014;18(6):1687-94.
84. Derksen W, Wismeijer D, Flügge T, Hassan B, Tahmaseb A. The accuracy of computer-guided implant surgery with tooth-supported, digitally designed drill guides based on CBCT and intraoral scanning. A prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. 2019;30(10):1005-15.
85. Carneiro Pereira AL, Carvalho Porto de Freitas RF, de Fátima Trindade Pinto Campos M, Soares Paiva Tôres AC, Bezerra de Medeiros AK, da Fonte Porto Carreiro A. Trueness of a device for intraoral scanning to capture the angle and distance between implants in edentulous mandibular arches. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021.
86. García-Gil I, Cortés-Bretón-Brinkmann J, Jiménez-García J, Peláez-Rico J, Suárez-García MJ. Precision and practical usefulness of intraoral scanners in implant dentistry: A systematic literature review. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(8):e784-e93.
87. Giménez González B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on parallel confocal laser technology for implants with consideration of operator experience and implant angulation and depth. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2014;29(4):853-62.
88. Kim J, Park JM, Kim M, Heo SJ, Shin IH. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2016;116(2):221-30.
89. 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.
90. Revell G, Simon B, Mennito A, Evans ZP, Renne W, Ludlow M, et al. Evaluation of complete-arch implant scanning with 5 different intraoral scanners in terms of trueness and operator experience. *J Prosthet Dent*. 2021.

91. Stimmelmayer M, Erdelt K, Güth JF, Happe A, Beuer F. Evaluation of impression accuracy for a four-implant mandibular model--a digital approach. *Clin Oral Investig.* 2012;16(4):1137-42.
92. Rapone B, Palmisano C, Ferrara E, Di Venere D, Albanese G, Corsalini M. The accuracy of three intraoral scanners in the oral environment with and without saliva: A comparative study. *Applied Sciences (Switzerland).* 2020;10(21):1-20.
93. Koseoglu M, Kahramanoglu E, Akin H. Evaluating the Effect of Ambient and Scanning Lights on the Trueness of the Intraoral Scanner. *Journal of Prosthodontics.* 2021.
94. Christopoulou I, Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, Bitsanis I, Tsolakis AI. Patient-reported experiences and preferences with intraoral scanners: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2021.
95. Flügge TV, Att W, Metzger MC, Nelson K. Precision of dental implant digitization using intraoral scanners. *International Journal of Prosthodontics.* 2016;29(3):277-83.
96. Schmidt A, Schlenz MA, Liu H, Kämpe HS, Wöstmann B. The Influence of Hard- and Software Improvement of Intraoral Scanners on the Implant Transfer Accuracy from 2012 to 2021: An In Vitro Study. 2021. p. 7166.
97. Porr DA, Brooks DI, Liacouras PC, Petrich A, Ellert DO, Ye L. Time and Accuracy of the CEREC Omnicam Using Two Different Software Programs. *J Prosthodont.* 2021.
98. Chia VA, Esguerra RJ, Teoh KH, Teo JW, Wong KM, Tan KB. In vitro three-dimensional accuracy of digital implant impressions: The effect of implant angulation. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants.* 2017;32(2):313-21.