



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Análisis Comparativo entre los métodos de Impresión Digital vs Convencionales en Rehabilitaciones Protésicas. Revisión de la literatura.

Análise Comparativa entre os métodos de Impresión Dixital vs Convencionais en Rehabilitacións Protésicas. Revisión da literatura.

Comparative Analysis between Digital vs Conventional impression methods in Prosthetic Rehabilitations. A literature review.

Autor: Pablo Roo Blanco

Tutor: Gonzalo López Castro

Cotutora: Mercedes Gallas Torreira

Departamento: Cirugía y especialidades médico-quirúrgicas

(Junio, 2023)

Trabajo de Fin de Grado presentado en la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela para la obtención del Grado en Odontología

Índice

| | |
|--|----|
| Resumen..... | 2 |
| Introducción | 4 |
| Objetivos..... | 8 |
| Material y Métodos..... | 9 |
| Resultados..... | 10 |
| Prótesis fija dentosoportada..... | 10 |
| Prótesis total en pacientes edéntulos..... | 15 |
| Prótesis sobre implantes..... | 16 |
| Preferencia del paciente | 19 |
| Tiempo de trabajo | 19 |
| Discusión | 21 |
| Conclusiones..... | 24 |
| Bibliografía | 25 |

RESUMEN

A partir de la evidencia científica, se propone realizar un análisis comparativo de los métodos de impresión digitales y los métodos de impresión convencionales en las situaciones clínicas de rehabilitación protodóncica sobre dientes naturales, implantes y en arcadas edéntulas. El ajuste de las estructuras protéticas es imprescindible para un buen funcionamiento clínico de las mismas. A diferencia de los dientes, los implantes carecen de un sistema natural de adaptación a posibles desajustes de fabricación o colocación (ligamento periodontal). Estos desajustes son especialmente críticos en las rehabilitaciones implantosoportadas al poder ser responsables de tensiones mecánicas que provoquen desatornillamientos, fracturas o condicionen procesos de reabsorción ósea periimplantaria (periimplantitis).

RESUMO

A partires da evidencia científica, propónse realizar unha análise comparativa dos métodos de impresión dixitais e os métodos de impresión convencionais nas situacións clínicas de rehabilitación protodóncica sobre dentes naturais, implantes e en arcadas edéntulas. O axuste das estruturas protéticas é imprescindible para un bo funcionamento clínico das mesmas. A diferenza dos dentes, os implantes carecen dun sistema natural de adaptación ante posibles desaxustes de fabricación ou colocación (ligamento periodontal). Estes desaxustes son especialmente críticos nas rehabilitacións implantosoportadas ao poder ser responsables de tensións mecánicas que provoquen desenroscamentos do parafuso, fracturas ou condicionen procesos de reabsorción ósea periimplantaria (periimplantite).

ABSTRACT

Based on scientific evidence, it is proposed to conduct a comparative analysis between digital impression methods and conventional impression methods in clinical situations of prosthodontic rehabilitation on natural teeth, implants or in edentulous arches. Prosthetic structures' adjustment is indispensable for their proper clinical functioning. Not as in teeth, implants lack a natural adaptation system in order to correct manufacturing or placement mismatches (periodontal ligament). These mismatches are specially crucial in implant-supported rehabilitations as they may be responsible for mechanical stresses that cause unscrewing, fractures or even affect bone resorption processes (peri-implantitis).

INTRODUCCIÓN

La Odontología tradicional, desde el siglo XIX, ha registrado las arcadas dentarias de los pacientes mediante el depósito de un material de impresión en una cubeta con el objetivo de obtener un negativo de las mismas con anterioridad a la elaboración de un modelo maestro, a partir del cual se podrá realizar un diagnóstico y tratamiento oportunos. El método tradicional de toma de impresiones es un proceso generalmente molesto para el paciente, lo que se manifiesta por la activación del reflejo nauseoso, la dificultad de respiración, la percepción de ansiedad o la larga duración del tratamiento. (1, 2)

La tecnología digital ha aparecido en el ámbito sanitario en las últimas décadas acrecentando la calidad diagnóstica y terapéutica, al mismo tiempo que mejora la eficiencia de los procedimientos y la experiencia del paciente. El término Odontología digital aparece por primera vez en PubMed en 1999. Esta, ha sufrido grandes avances, habiendo sido aplicada en la elaboración de prótesis unitarias, prótesis parcial fija, prótesis completa, prótesis maxilofacial y más recientemente en el campo de la Implantología. El CAD-CAM (*Computer Aided Design - Computer Aided Manufacturing*) permite la fabricación de restauraciones dento e implantoportadas a través de un flujo de trabajo completamente digital. El primer paso en la Odontología digital consiste en el escaneado digital de las arcadas o del modelo maestro, tras el que se procede al diseño y fabricación de las restauraciones en un centro de fresado (en un laboratorio protésico o en la propia clínica). (1-4)

El escaneado intraoral es un procedimiento sencillo fruto de un complejo mecanismo de funcionamiento. El escáner emite un haz láser o de luz estructurada que, al alcanzar un objeto, sufre una deformación detectada por múltiples cámaras localizadas en la punta del escáner. Un *software* procesa estos datos y establece unas coordenadas en los tres ejes del espacio (x,y,z), con las que crea nubes de puntos y mallas, que permiten la reconstrucción del objeto escaneado, resultando en la creación de un modelo maestro virtual. (3)

La digitalización de los registros intraorales elimina gran parte de los problemas asociados a las técnicas de impresión convencionales, como pueden ser los cambios de temperatura, el intervalo de tiempo entre la toma de impresión y del vaciado o los procedimientos de desinfección, dado que podrían resultar en una distorsión del material y afectar a la exactitud del modelo final. A pesar de ello, el método de impresión convencional ha sido utilizado en prótesis fija de manera

exitosa durante años. Las ventajas que ofrece el escaneado intraoral son varias, como la visualización en tiempo real, la reducción del tiempo de trabajo o la facilidad de reescanear algún área en caso de que se evalúe como deficiente, además de la indiscutible ventaja logística, puesto que los archivos no ocupan un lugar físico y pueden enviarse directamente al laboratorio a través de la nube. El método indirecto (escaneado sobre el modelo maestro) tiene la desventaja de que no elimina los inconvenientes de las impresiones analógicas. Además, el yeso también sufre cambios durante tras su fraguado, ya que el yeso tipo IV tiene una expansión lineal de entre el 0,06% al 0,5%. (2, 4, 5-8)

En la selección de un dispositivo de escaneado intraoral, es importante no sólo considerar sus características operacionales (como la velocidad de adquisición de la imagen o la facilidad de manipulación), sino también su exactitud. La exactitud (“*accuracy*”) de un escaneado tiene dos características:

- La veracidad (“*trueness*”), que consiste en la desviación entre el método de impresión probado y la geometría original del elemento registrado.
- La precisión (“*precision*”), que indica la capacidad de capturar la misma medida en repetidas ocasiones. (3, 6, 9)

El escáner intraoral es considerado una herramienta confiable de obtención de impresiones de calidad que pueden ser usadas para la fabricación de prótesis simples (*onlays*, *inlays* o coronas de recubrimiento total) y complejas (prótesis parcial fija) en pacientes dentados. Para un buen pronóstico de las restauraciones realizadas es necesario obtener una correcta adaptación marginal e interna, una alta resistencia mecánica y la existencia de adhesión entre el diente y la restauración y un cemento apropiado. No existe un valor exacto a partir del cual se considere que una restauración tiene una adaptación marginal incorrecta. *McLean y von Fraunhofer* (1971) establecen como umbral 120 μm entre el margen de la restauración y la línea de terminación de la preparación dentaria (11). Una adaptación marginal defectuosa conllevará riesgos de microfiltraciones, acumulación de placa, disolución del cemento, caries secundaria o inflamación gingival. Una correcta adaptación marginal no dependerá sólo del proceso de registro intraoral del muñón, sino también de la correcta fabricación de la prótesis que, asimismo, está sujeta a posibles errores (tanto por el método tradicional como por procedimientos de fresado/impresión 3D). (3, 5, 6, 9, 10, 20)

Los principales problemas en la obtención de un correcto escaneado intraoral se relacionan con el reflejo excesivo de superficies brillantes en superficies metálicas o zonas recubiertas por saliva; dificultades de acceso a determinadas zonas, como distal de cordales o segundos molares o preparaciones con la línea de terminación subgingival; preparaciones largas y afiladas, puesto que el *software* tiende a eliminar estos datos y redondear estas superficies perdiendo información real del estado del diente; o el edentulismo parcial o total. Otros factores que pueden comprometer el desempeño del escáner son el tipo de escáner, el estado del dispositivo, la temperatura o la iluminación del gabinete. (2, 3, 6)

Uno de los grandes desafíos de la Odontología Digital es su aplicación en pacientes edéntulos, puesto que el proceso de escaneado necesita referencias anatómicas para obtener una correcta precisión y veracidad en los modelos digitales. La principal referencia anatómica de un escaneado es el diente, y su ausencia deriva en una superposición de imágenes utilizando la primera como referencia, por lo que una mayor longitud de una brecha edéntula representa una mayor probabilidad de que ocurra un error, disminuyendo la exactitud de la impresión. Existen más dificultades como el acceso a zonas posteriores o el registro de los tejidos blandos y sus dinámicas. Una forma de intentar contrarrestar esto es mediante el uso de retractores para conseguir un mejor registro de labios, mucosa labial, mucosa yugal y del área vestibular con un buen resultado en retención y función. (3, 12, 13)

Las impresiones en implantes transfieren la posición del implante a un modelo de yeso gracias a análogos del implante. El método tradicional de impresión usa aditamentos atornillados al implante (cubeta abierta o cubeta cerrada) y un material de impresión, como polivinilsiloxano (PVS), vinilsiloxanéter (VSE) o poliéter (PE). Por su parte, el método digital usa cuerpos de escaneado intraorales (“*intraoral scan bodies*”). (3, 14)

El éxito a largo plazo del implante depende de la correcta transferencia de la posición tridimensional del implante con respecto a los dientes o implantes vecinos, datos necesarios para un diseño y adaptación de la prótesis final satisfactorios. (14)

Se han descrito diversos factores que, además de los anteriores, podrían influir en la exactitud de las impresiones digitales sobre implantes, como la profundidad y angulación del implante o el propio cuerpo de escaneado. Las brechas edéntulas pueden ser difíciles de leer y de interpretar matemáticamente por los sistemas de escaneado intraoral, debido a la falta de referencias

anatómicas. En estos casos, los puntos de referencia serán los dientes presentes y los cuerpos de escaneado. (3)

Las impresiones sobre implantes pueden ser realizadas gracias a los cuerpos de escaneado (“scan bodies”), que son los sustitutos a los aditamentos atornillados de la técnica tradicional de cubeta abierta, de forma que exista una superficie accesible a la percepción óptica para el escaneado. Existen cuerpos de escaneado con múltiples diseños y geometrías, y se componen de 3 áreas: (3, 4, 14)

- La región de escaneado.
- El cuerpo.
- La base.

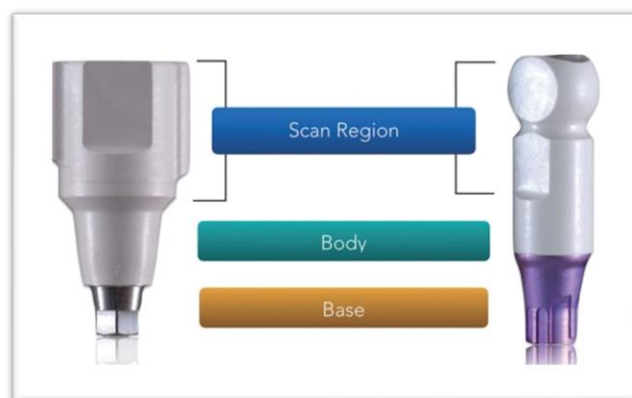


Imagen 1: Las tres partes de los cuerpos de escaneado y dos posibles geometrías.

Las diferentes geometrías y diseños de la región de escaneado tienen el propósito de poder mejorar la exactitud de la impresión y la altura de los cuerpos de escaneado comercializados varía entre 3 y 17mm. Se debería escoger el tipo de cuerpo de escaneado en función de la situación clínica que se presente, usando, por ejemplo, uno más estrecho en situaciones con espacio interproximal limitado o uno más corto en pacientes completamente edéntulos. Cuando el cuerpo de escaneado es completamente visible, la determinación de la posición del implante está menos sujeta a errores. Por lo que, cuanto más profundo esté situado el implante, más largo debe ser el cuerpo de escaneado. (3, 15)

OBJETIVOS

1. Establecer el alcance y las limitaciones de los métodos de impresión digital vs convencional en prótesis fija sobre dientes naturales.
2. Establecer el alcance y las limitaciones de los métodos de impresión digital vs convencional en prótesis total en pacientes edéntulos.
3. Establecer el alcance y las limitaciones de los métodos de impresión digital vs convencional en prótesis implantosoportadas.

Objetivos secundarios:

1. Determinar las preferencias del paciente entre el método de impresión digital vs convencional.
2. Determinar el tiempo de uso de los métodos de impresión digital vs convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de artículos científicos mediante una búsqueda avanzada en la base de datos electrónica PubMed con el empleo de palabras clave, las que se combinaron mediante operadores booleanos (AND, OR, NOT) para la obtención de unos resultados adaptados al propósito de la revisión.

Estrategia de búsqueda:

Para el análisis comparativo entre impresiones convencionales y digitales en prótesis fija dentosoportada, se utilizó la siguiente búsqueda avanzada: (("digital dentistry") OR ("intraoral scanner") OR ("digital impression")) AND (("fixed dental prosthesis") OR ("crown") OR ("inlay") OR ("onlay") OR ("fixed prosthesis")).

Para la búsqueda de estudios para el análisis comparativo de los métodos de impresión analógicos y tradicionales en arcadas edéntulas se utilizó la siguiente fórmula de búsqueda avanzada. (("intraoral scanning") OR ("intraoral scanner") OR ("digital impression") OR ("computer aided design")) AND (("removable prosthesis") OR ("edentulous arch") OR ("complete dentures")).

Para la búsqueda de estudios para el análisis comparativo de los métodos de impresión convencionales y tradicionales sobre implantes se utilizó la siguiente fórmula de búsqueda avanzada: ("intraoral scanner") OR ("digital impression") AND ("edentulous patients") AND ("edentulous arch") AND ("implant-supported prostheses").

Criterios de inclusión:

- Metaanálisis o revisiones sistemáticas.
- Artículos en español o inglés.
- Fecha de publicación entre enero de 2015 y marzo de 2023.

Criterios de exclusión:

- Ensayos aleatorios controlados, estudios de cohortes o de casos y controles y estudios transversales.
- Artículos publicados antes de enero de 2015.

RESULTADOS

Tras aplicar la estrategia de búsqueda siguiendo los criterios de inclusión y exclusión previamente especificados, se obtiene un número total de 31 artículos.

Prótesis fija dentosoportada

Tsirogiannis y cols. (2016) publican un metaanálisis evaluando la adaptación marginal de restauraciones cerámicas unitarias de recubrimiento completo fabricadas mediante ambos métodos de impresión. En este estudio, se dividen los resultados en estudios *in vitro* e *in vivo*. Para los estudios *in vitro*, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos, con un valor medio de 58,9 μm en el método convencional, y de 63,3 μm en el método digital. Por otro lado, en los casos *in vivo*, el valor medio del *gap* marginal para el método digital es de 56,1 μm , mientras que para el método convencional es de 79,2 μm . A pesar de la existencia de esta diferencia, no fue significativa, por lo que no se puede afirmar la superioridad de un método frente al otro. En cuanto a los estudios *in vitro*, se usaron diferentes cerámicas (IPS Empress, IPS Emax Press, IPS Emax CAD y Al₂O₃), además del óxido de zirconio, y múltiples escáneres (Lava COS Scanner, iTero, Digitizer DCS Dental o Procera Scanner Model 50). En los estudios *in vivo* incluidos todas las prótesis fueron realizadas en zirconio con el mismo escáner (Lava COS Scanner). Los autores concluyen que tanto el flujo de trabajo digital como el convencional aseguran una fabricación clínicamente aceptable de restauraciones cerámicas unitarias de recubrimiento total. (10)

Las revisiones sistemáticas de *Chochlidakis y cols.* (2016) y *Ahlholm y cols.* (2018) evidencian una mejor adaptación marginal en prótesis realizadas mediante el método digital, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa. Ambas revisiones se fundamentan tanto en artículos *in vivo* como *in vitro*. La revisión de *Ahlholm y cols.* (2018) halla valores de adaptación marginal que oscilan entre 40 y 133,5 μm . Mientras el estudio de *Chochlidakis y cols.* (2016) reportó valores entre 39,67 y 117,5 μm . En cuanto al *gap* interno también es similar en coronas unitarias y puentes realizados mediante ambos métodos. Los valores oscilan entre 29 y 173 μm en la revisión de *Ahlholm y cols.* (2018) y entre 29 y 195 μm en la de *Chochlidakis y cols.* (2016). (8, 16)

La revisión sistemática de *Abduo y cols.* (2018), que incluye tanto estudios *in vivo* como *in vitro*, valora como superior la impresión tradicional mediante PE y PVS frente a las impresiones digitales, aunque los autores indican que esto parece ser dependiente de la extensión del escaneado:

- Para el escaneado de un diente, en la revisión se indica una similitud en la exactitud del escáner intraoral en comparación con PVS y PE.
- Para el escaneado de pilares para prótesis fija de poca extensión, el escáner intraoral sigue siendo comparable al PVS y PE.
- Para el escaneado de un cuadrante, la superioridad del PVS se vuelve más aparente.
- Para el escaneado de la arcada completa, los estudios incluidos en esta revisión muestran una clara superioridad del PVS frente al escáner.

Por lo tanto, estos autores determinan que para restauraciones unitarias o de hasta 4 unidades, los sistemas de escaneado intraoral son comparables a las impresiones tradicionales. (17)

El metaanálisis de *Nagarkar y cols.* (2018) de estudios *in vivo* en coronas unitarias y prótesis parcial fija tampoco encuentra diferencias significativas entre el método digital y el convencional, ni para la adaptación marginal (desviación media de $-9,0\mu\text{m}$), ni para la adaptación interna (desviación media de $-15,6\mu\text{m}$). Se evaluaron también los contactos interproximales y oclusales en ambos métodos, pero los autores no pudieron establecer resultados concluyentes. (18)

No obstante, la revisión sistemática y metaanálisis realizada por *Hasanzade y cols.* (2019) de estudios *in vivo* e *in vitro* encuentra resultados estadísticamente significativos que respaldan la superioridad del método digital en términos de adaptación marginal. Los datos muestran una diferencia media estandarizada de 0,59, en los que el método digital obtuvo *gaps* menores. Aun así, cuando se examinan por separado los estudios *in vivo* e *in vitro* se observó que, en el caso de los estudios *in vivo*, la diferencia en la adaptación marginal entre ambos métodos no era estadísticamente significativa, siendo esta de $9,04\ \mu\text{m}$. Con respecto a la adaptación interna, tanto los estudios *in vivo* como los estudios *in vitro* mostraron resultados similares para ambos métodos, aunque con una leve ventaja para el método digital en el caso de los estudios *in vitro*, en los que existe una diferencia media de $0,30\ \mu\text{m}$. Se evalúa también la influencia del espaciador, y se encuentran diferencias significativas en adaptación interna para un grosor del espaciador inferior a $30\ \mu\text{m}$, en favor del método digital, con una diferencia media estandarizada de 0,85. En cambio, para grosores superiores a $30\ \mu\text{m}$, no existen diferencias entre ambos. (19)

Goujat y cols. (2019) publican una revisión sistemática de estudios *in vitro* en la que encuentran valores aceptables de adaptación marginal e interna tanto para el método digital intraoral como para el realizado sobre el modelo para la fabricación de incrustaciones. La mayor complicación que encontraron fue un déficit en la adaptación interna tras el cementado, ya que el espacio preestablecido en el *software* no se correspondió con el resultado final. Según los autores una incorrecta adaptación interna puede incrementar el grosor del cemento, y producir una alteración de la retención, de la oclusión, una reducción de la resistencia a la fractura y una incorrecta adaptación marginal final. (20)

Por otro lado, *Giachetti y cols. (2020)* realizan una revisión sistemática de estudios *in vivo* que busca determinar la exactitud de las impresiones digitales *in vivo* y compararlas con las impresiones tradicionales. Los valores de precisión de las impresiones digitales varían en el intervalo $21,7 \pm 7,4 \mu\text{m}$ y $176,7 \pm 120,4 \mu\text{m}$; y los valores de la veracidad en el intervalo $80,1 \pm 7,78 \mu\text{m}$ y $118 \mu\text{m}$. El amplio rango de los resultados se debe probablemente al uso de escáneres de diferentes versiones (iTero, 3M Lava True Definition, 3M Lava C.O.S., 3Shape Trios, CEREC Bluecam, CEREC Omnicam), por lo que no fue posible comparar los resultados de los estudios seleccionados. Los resultados revelan una notoria discrepancia debido a una mayor exactitud en las impresiones tradicionales realizadas con PE o PVS frente al escaneado intraoral. Esta revisión subraya la necesidad de llevar a cabo más estudios *in vivo* para poder extraer conclusiones sólidas acerca de la viabilidad clínica del escáner intraoral. (9)

Svanborg (2020) publica una revisión sistemática de estudios *in vitro* e *in vivo* con el objetivo de revisar la adaptación y evaluar la exactitud de prótesis dentales fijas unitarias y de varias piezas realizadas específicamente en zirconio fabricadas en un centro de fresado (CAD-CAM). Los resultados deben ser interpretados como descriptivos, por las limitaciones de la revisión, y el autor indica que las impresiones digitales parecen estar asociadas con un *gap* menor, tanto marginal como interno. El *gap* total medio fue de $113 \mu\text{m}$ para el método convencional y de $94 \mu\text{m}$ para el método digital. (21)

En la revisión sistemática de *Kustrzycka y cols (2020)* de estudios *in vivo* e *in vitro* se comparan factores que podrían influir en la exactitud 3D de las impresiones digitales. Los autores identifican el tipo de sustrato y la experiencia del operador como factores que pueden ejercer una influencia en el resultado del modelo virtual:

- La dentina es el tejido dentario que mejor se registra en términos de exactitud, y el esmalte es el que peor. Los escáneres de triangulación activa son más sensibles a cambios de sustrato que los confocales paralelos, por lo que los primeros registran mejor ambos tejidos.
- Se afirma que la experiencia del operador también tiene un impacto en la exactitud.

Los autores sostienen que, gracias a los progresos tecnológicos, los escáneres intraorales actuales con las últimas versiones de *software* han disminuido la influencia de dichos factores en la exactitud del registro. Además, se muestra una menor desviación en los escaneos de áreas reducidas en comparación con las técnicas de impresión convencionales. (22)

Bousnaki y cols. (2020) realizan una revisión sistemática de estudios *in vitro* en la que se busca determinar las variables que afectan a la adaptación marginal y la adaptación interna de prótesis parciales fijas realizadas en zirconio sobre dientes naturales. En esta revisión se incluyen 41 estudios, de los cuales 6 comparan el impacto del método de impresión (convencional vs digital) en la adaptación de las prótesis realizadas. En relación con la adaptación marginal, todos los estudios menos uno (5/6) concluyen que se obtiene un *gap* marginal significativamente inferior con impresiones digitales que con impresiones convencionales; mientras que, al evaluar la adaptación interna, todos los estudios (6/6) encontraron mejores resultados en el método de impresión digital, también con diferencias estadísticamente significativa. (23)

En cuanto a prótesis parcial fija, *Kumar y cols.* (2020) realizan una revisión sistemática de estudios *in vivo* para examinar el resultado de prótesis dentales de 3 o 4 unidades fabricadas a partir de métodos de impresión digital en comparación con aquellas realizadas a partir de métodos convencionales. Esta revisión se basó únicamente en ensayos clínicos aleatorizados. Se encontró que la adaptación marginal de las prótesis dentales fijas fabricadas a partir de impresiones digitales directas fue mejor que aquellas fabricadas a partir de impresiones digitales indirectas y de impresiones convencionales. Los autores no incluyen datos cuantitativos, pero concluyen que ambos métodos obtuvieron resultados clínicamente aceptables, con *gaps* marginales inferiores a 120 μm . (24)

Hasanzade y cols. (2021) realizan otro metaanálisis con objetivos similares, puesto que compara la adaptación marginal e interna de coronas de recubrimiento total y prótesis parcial fija en función del método de impresión, pero además se tiene también en cuenta el método de fabricación (CAD-CAM vs convencional) en los resultados. Al igual que en el estudio de 2019,

los estudios *in vivo* tampoco muestran diferencias significativas entre ambos métodos de registro en términos de adaptación marginal de prótesis fabricadas por CAD-CAM. Los resultados de 2019 también se asemejan en el caso de los estudios *in vitro*, en los que los autores encuentran mejores resultados en el grupo de restauraciones realizadas con el método digital, tanto para restauraciones unitarias como para prótesis parcial fija. Sin embargo, sí que se encuentran discrepancias en la adaptación interna con el estudio precedente, puesto que las prótesis fabricadas por CAD-CAM a partir de impresiones digitales mostraron un *gap* interno significativamente menor que aquellas realizadas por el método convencional (con una diferencia media estandarizada de 0,63). (5)

El metaanálisis de *Tabesh y cols.* (2021) de estudios *in vitro* e *in vivo* logró identificar diferencias estadísticamente significativas en la adaptación marginal entre ambos métodos en restauraciones unitarias de recubrimiento total realizadas en zirconio. El análisis reveló una diferencia media de $-0,89 \mu\text{m}$ a favor del método digital. (6) Sin embargo, realizan otro metaanálisis para evaluar restauraciones unitarias, pero fabricadas en disilicato de litio, y no encuentran diferencias significativas en la adaptación marginal. (25)

La revisión de *Afrashtehfar y cols.* (2022) encuentra resultados similares en términos de exactitud entre impresiones digitales y convencionales en escenarios de simulación clínica, apoyando ambos métodos en situaciones de reconstrucción dental fija de 1 a 3 piezas. (1)

Bandiaky y cols. (2022) realizan una revisión sistemática y metaanálisis de estudios *in vivo*. Sus hallazgos indican que no existen diferencias significativas entre la adaptación marginal en restauraciones unitarias o de 3 unidades cuando se utilizan impresiones digitales en comparación con las realizadas a partir de impresiones convencionales, a pesar de que los resultados obtenidos siguiendo el método digital sean ligeramente mejores ($80,9 \mu\text{m} \pm 31,9 \mu\text{m}$ vs $92,1 \mu\text{m} \pm 35,4 \mu\text{m}$). (7)

El metaanálisis de *Kong y cols.* (2022) realiza una comparación de estudios *in vivo* de la exactitud lineal y 3D entre impresiones digitales y convencionales. La desviación media 3D entre impresiones digitales y de alginato fue de 0,10mm en el maxilar y de 0,09mm en la mandíbula. A partir de estos resultados, se concluye que tanto las impresiones con alginato como las impresiones digitales de arcada completa tienen una precisión alta y similar. Sin embargo, se requieren más estudios para comparar las impresiones digitales con otros materiales de impresión. Por lo tanto, se infiere que las impresiones digitales son una alternativa viable a las impresiones de alginato,

pero esto no se aplica a otros materiales, ya que la precisión 3D de las impresiones realizadas en VSE fue de $17,7 \pm 5,1 \mu\text{m}$, lo cual es superior en comparación con el escaneado, para el que los valores oscilaron entre $42,9 \pm 20,4 \mu\text{m}$ (Trios Color) y $91,4 \pm 48,8 \mu\text{m}$ (Ormco Lythos). (26)

Prótesis total en pacientes edéntulos

Carneiro Pereira y cols. (2021) realizan una revisión sistemática sobre la aplicación del sistema CAD/CAM para la realización de prótesis completas. En cuanto al método de impresión, observan que los estudios *in vivo* muestran una heterogeneidad en los resultados. Sin embargo, los estudios *in vitro* ofrecen resultados clínicos aceptables en cuanto a la exactitud de la técnica de escaneado y la adaptación de las prótesis realizadas. Lo mismo afirman *Wang y cols.* (2021) en su revisión sistemática de estudios *in vitro*, argumentando que las prótesis completas digitales muestran una misma o superior adaptación que las realizadas por el método convencional, y se encuentra que donde peor se adaptan las hechas por el método digital es en las zonas del sellado palatino posterior y del sellado periférico. La adaptación de la base siguiendo el método tradicional varía entre 0,105mm y 0,30mm, y entre 0,058mm y 0,29mm en las realizadas con el método digital. (27, 28)

Rasaie y cols. (2021), en su revisión sistemática de estudios *in vitro* e *in vivo*, establecen que, cuando se escanea una mucosa edéntula, la exactitud se ve afectada por el uso de un marcador artificial, la distribución y la longitud del área a escanear, la experiencia del operador, las características del sistema de escaneado intraoral, incluyendo el tamaño de la cabeza, las características de los tejidos blandos (flexibilidad, movilidad o dimensión) y la estrategia de escaneado. Los tejidos blandos móviles y flexibles exhibieron las mayores discrepancias, mientras que las estructuras óseas provistas de mucosa adherida mostraron las menores desviaciones. *Afrashtehfar y cols.* (2022) concuerdan con esto, en su revisión, en la que se afirma que las impresiones tradicionales son comparables al escaneado en pacientes totalmente edéntulos solamente cuando las estructuras óseas tienen suficiente mucosa adherida, dado que los tejidos móviles dificultan el registro. Si el área escaneada corresponde a una arcada completa, se relaciona una menor exactitud con la mandíbula que, a pesar de tener menos área edéntula de escaneado, posee un mayor número de tejidos móviles (lengua y suelo de boca). Además, la saliva es mejor controlada en el maxilar. El escáner intraoral permite registrar los tejidos orales de forma mucostática, pero no está capacitado para captar la dinámica de los mismos de manera fiable, lo que es fundamental para la fabricación de una prótesis completa funcional. (1, 14)

Prótesis sobre implantes

Ahlholm y cols. (2016) establecen en su revisión sistemática de estudios *in vitro* que se pueden conseguir ajustes aceptables mediante el método digital. En estos estudios, se describe un *gap* marginal inferior en prótesis realizadas a partir de impresiones convencionales, pero con resultados aceptables en aquellas que siguieron el método digital (24,1 μm vs 61,4 μm). En cuanto a rehabilitaciones de arcada completa, se encuentran mejores resultados para aquellas prótesis realizadas tomando el registro mediante el uso de escáner intraoral (135,1 μm vs 63,1 μm). (16)

En la revisión sistemática de *Alikhasi y cols.* (2017), 3 de 5 estudios incluidos establecen que el método digital es comparable al tradicional en cuanto a discrepancias bidimensionales y tridimensionales. Los dos estudios restantes mostraron mejores resultados para el método tradicional, encontrando mayores discrepancias entre el método digital y tradicional que los tradicionales entre sí (cubeta abierta vs cubeta cerrada). 3 estudios encontraron que el método tradicional era superior en términos de angulación y distancia interimplante, y que el método digital era significativamente más exacto en implantes angulados (30-45° de divergencia) que en implantes paralelos (0-15° de divergencia). En cuanto a los resultados de la prótesis, se observa que el flujo digital era al menos tan preciso en ajuste pasivo como el convencional, menos para implantes unitarios. Las discrepancias marginales en trabajos de arcada completa fueron menores en el método digital (63,1 μm vs 135,1 μm). Aun así, los 2 estudios *in vivo* incluidos en esta revisión afirmaron que el escaneado no es fiable para la realización de prótesis sobre implantes. (29)

Flügge y cols. (2018) realizan una revisión sistemática y metaanálisis de estudios *in vitro* e *in vivo* para evaluar y comparar la exactitud de las impresiones de implantes convencionales y digitales. En ella, se tienen en cuenta diversos factores como la angulación y posición vertical de los implantes, la experiencia del operador, el tipo de escáner o el cuerpo de escaneado. Las discrepancias marginales encontradas en las prótesis son.

- Para impresiones convencionales.
 - En arcadas edéntulas: entre 18,3 y 141,5 μm .
 - En arcadas parcialmente edéntulas: 78,1 μm .
 - En implantes unitarios: 24,9 μm .
- Para impresiones digitales:

- En arcadas totalmente edéntulas: entre 19,0 y 70,2 μm .
- En arcadas parcialmente edéntulas: entre 11,9 y 304,0 μm .
- En implantes unitarios: 66,1 μm .

Los autores encuentran que las impresiones convencionales de implantes angulados son significativamente menos exactas en comparación con implantes paralelos, y que el método digital no mostró diferencias significativas en la exactitud entre diferentes angulaciones. (14)

Wulfman y cols. (2020) se centran únicamente en arcadas completamente edéntulas en su revisión sistemática, la cual incluye estudios *in vivo* e *in vitro*. Se observa que, a partir del escaneado digital se podrían realizar prótesis clínicamente aceptables, siendo equivalente en exactitud a las impresiones convencionales con cubeta abierta con ferulización. Un factor que empeoraba la precisión de la impresión era la posición de los implantes distales, cuanto más lejos están, más inexactitudes se producen. También se encuentra que la angulación de los implantes no tiene influencia en los escaneados digitales, no ocurriendo lo mismo para las impresiones convencionales. Los parámetros que más afectan a la precisión son la distancia interimplante, el diseño del cuerpo de escaneado, el patrón de escaneado y la experiencia del operador. (30)

Kachhara y cols. (2020) realizan también un metaanálisis de estudios *in vitro* para evaluar la tecnología de escaneado para impresiones de implantes múltiples, buscando qué tecnología es mejor, atendiendo a la exactitud, precisión, veracidad y velocidad mediante estudios *in vitro* e *in vivo*. Tras comparar las diferentes tecnologías de escaneado, se llega a la conclusión de que el sistema de frente de onda activo y, en específico, el Trios 3, es el más exacto, seguido del sistema de microscopía confocal y después del de triangulación óptica. La desviación de la distancia aumenta a medida que se reescanea una zona, y también lo hace del primer cuadrante al segundo, con el primer cuadrante siendo significativamente más exacto que el segundo. Además, se concluye que la profundidad y angulación de los implantes no influye en la exactitud de las impresiones digitales. (31)

En el metaanálisis de *Papaspyridakos y cols.* (2020) de estudios *in vitro* e *in vivo* se realiza una comparación de ambos métodos de impresión en función de la desviación 3D de la posición de los implantes. Para arcadas edéntulas se encuentra favorecido el método digital con una diferencia media de 8,20 μm frente al método convencional, sin llegar a ser estadísticamente significativa. Se vio que el tipo de escáner no modificaba el resultado. No ocurre lo mismo para

arcadas parcialmente edéntulas, en donde la desviación es de 52,31 μm , siendo superiores las impresiones tradicionales. Se observó también que la angulación de los implantes, menor o mayor de 20°, no afectaba en los resultados tampoco, habiendo una superioridad del método convencional, pero sin llegar a ser estadísticamente significativa para ninguna de las dos angulaciones. Se recomiendan más estudios *in vivo* para poder llegar a hacer recomendaciones clínicas. Lo que sí se recomienda para un flujo digital completo es la realización de una prueba del prototipo de la prótesis antes de obtener el definitivo para realizar un control de la calidad y evitar malos ajustes de la prótesis definitiva. El diseño y forma del cuerpo de escaneado y la estrategia de escaneado pueden también tener un efecto en la exactitud del mismo. (32)

La revisión sistemática de *Carneiro Pereira y cols. (2021)* de estudios *in vitro* en pacientes totalmente edéntulos se centra en la posición y angulación de los implantes y su influencia en la exactitud del registro. Lo que encuentran los autores es que, en angulaciones entre 0 y 15°, las impresiones convencionales pueden ser más exactas que las digitales, mientras que en divergencias mayores entre 30° y 45°, la diferencia no es notable, con ligera superioridad del método tradicional. Aun así, establecen como aceptables ambos métodos de impresión. (33)

Albanchez-González y cols. (2022) buscan comparar ambos métodos en términos de veracidad y precisión en su revisión sistemática de estudios *in vitro*. Se encuentran los siguientes resultados:

- En pacientes completamente edéntulos, 6 estudios se mostraron a favor del método digital, 4 no encontraron diferencias, y 5 expusieron que el método convencional era superior. De los que no encontraron diferencias, 2 no ferulizaron los aditamentos de toma de impresión. Además, no se vio influencia de la angulación de los implantes en los resultados. Se establece que no hay suficiente evidencia como para sacar conclusiones.
- En pacientes parcialmente edéntulos, 7 estudios mostraron una mejor exactitud con impresiones convencionales y solamente 2 estudios indicaron mejor exactitud con impresiones digitales.
- En casos de implantes unitarios, los estudios más antiguos encontraron a las impresiones tradicionales con mayor exactitud, pero el más reciente mostró lo contrario favoreciendo las digitales en comparación con el método convencional de cubeta abierta.

Los autores establecen que son necesarios más estudios con métodos más rigurosos y consensuados. Para situaciones de arcadas parcialmente edéntulas y restauraciones unitarias, la evidencia existente sugiere que el método tradicional es más exacto. Aun así, debido a una menor superposición de imágenes y una longitud interimplante pequeña, los escáneres intraorales también se pueden considerar como adecuados. En casos de arcadas completamente edéntulas, no se pueden sacar conclusiones. (34)

Floriani y cols. (2023) realizan un metaanálisis sobre la exactitud lineal de impresiones de arcada completa para la realización de prótesis sobre implantes mediante estudios *in vitro*. Se usaron PVS y PE en el método convencional. Entre todos los estudios incluidos, las impresiones digitales presentaron mayor exactitud (137,86 μm) en comparación con las convencionales (182,51 μm). No expresa que la diferencia sea significativa, pero sí que mediante impresiones digitales se puede conseguir la misma y mayor exactitud que con impresiones tradicionales. (35)

Preferencia del paciente

Tanto el metaanálisis de Sivaramakrishnan y cols. (2019), como la revisión sistemática de *Siqueira y cols. (2021)* y el metaanálisis de *Bandiaky y cols. (2020)* indican que los pacientes prefieren el método digital con diferencias estadísticamente significativas.

Los factores que motivan esta preferencia son el reflejo nauseabundo, la dificultad/acortamiento de la respiración, el comfort general o la percepción de ansiedad y del paso lento del tiempo. (2, 7, 36)

Tiempo de trabajo

El metaanálisis de *Sivaramakrishnan y cols. (2019)* muestra un tiempo significativamente superior para impresiones digitales que tradicionales, pero con diferencias según el tipo de escáner. Esto se cumple para el escáner de LAVA Cos. I TERO. Factores que influyen en esto son el uso de polvo, la experiencia del operador o la iluminación del ambiente, ya que una alta iluminación del ambiente aumenta el tiempo de escaneado. Además, los autores consideran que si son necesarias más repeticiones del escaneado para impresiones digitales que para impresiones convencionales.

(2)

El metaanálisis de *De Oliveira y cols.* (2020) y la revisión sistemática de *Siqueira y cols.* (2021) muestran lo contrario, las impresiones digitales inmediatas o diferidas en el paciente con implantes conllevan significativamente menor tiempo que las impresiones convencionales, siendo el flujo de trabajo digital más rápido en todos los estudios analizados tanto para impresiones parciales como arcada completa. Además, *Siqueira y cols.* (2021), estudiaron la influencia del tamaño del área a escanear en impresiones digitales, y no se observó una tendencia clara dado que, en impresiones para rehabilitaciones implantosoportadas, el escaneado de arcada completa fue más rápido que el de un cuadrante, pero para restauraciones dentosoportadas ocurrió lo contrario. (36, 37)

Bandiaky y cols. (2020) también establecen en su metaanálisis que el tiempo medio de toma de registros intraorales para el método digital es inferior que para el método tradicional, pero en este caso, sin haber diferencias estadísticamente significativas. (7)

DISCUSIÓN

Las impresiones digitales parecen tener una exactitud similar a las convencionales realizadas en alginato para arcada completa. Cuando se compara con otros materiales de mayor precisión, como pueden ser PVS, PE o VSE, la exactitud de las impresiones es mucho menor. Sin embargo, cuando el territorio a registrar es de menor extensión (de 1 a 4 piezas), la exactitud del escaneado es comparable a la de estos materiales. Esto probablemente se deba al propio funcionamiento del escáner, dado que la exactitud del registro se reduce a medida que la extensión del escaneado aumenta. (17, 26)

El primer objetivo de la presente revisión es comparar los métodos de impresión convencionales con los digitales en situaciones de prótesis fija dentosoportada, como prótesis parcial fija, coronas unitarias de recubrimiento completo o incluso incrustaciones. El método más adecuado para realizar la comparativa es estudiar la adaptación marginal e interna de las prótesis tras su cementado. Una mala adaptación acarrea posibles complicaciones biológicas que podrían resultar en un fracaso de la restauración. El gran problema que tiene esto es que existen numerosos pasos entre la impresión y el cementado de la prótesis que pueden influir en su resultado, como pueden ser el procedimiento de desinfección de la prótesis, el vaciado o el método de fabricación. Todos los estudios incluidos muestran que tanto el método convencional como el digital son aptos para la realización de prótesis fija dentosoportada en coronas unitarias y en prótesis parcial fija. Solo uno de los estudios mostró superioridad del método tradicional sobre el digital (9). Esto pudo deberse a la gran variedad de escáneres intraorales y *softwares* incluidos en este estudio. Los demás estudios establecen ambos métodos como válidos (1, 5-8, 10, 16, 18, 19, 23-25). El método digital muestra mejores resultados en adaptación marginal y en adaptación interna en la mayor parte de los estudios (5, 7, 8, 16, 19, 21, 23, 24); incluso se encuentran diferencias significativas para el método digital en adaptación marginal en dos de los estudios (5, 19), y también en dos de los que utilizan exclusivamente zirconio como material de las prótesis (6, 23).

El estudio de *Hasanzade y cols.* (2019) usa tanto artículos *in vivo* como *in vitro* y, si se pone el foco en los artículos *in vivo*, los resultados siguen siendo superiores para el método digital, pero sin ser estadísticamente significativos. Esto se puede deber a factores intraorales que no se pueden simular en el laboratorio, como son los movimientos de la cabeza del paciente o la presencia de saliva, sangre o fluido crevicular durante el procedimiento de escaneado. (9, 20)

En cuanto al material utilizado para la fabricación de las prótesis, se encuentra que, en los 4 estudios en los que dichas prótesis son fabricadas exclusivamente en zirconio, el *gap* marginal es menor en las realizadas por el método digital que por el tradicional (6, 10, 21, 23). En 2 de estos estudios, además, se encuentran diferencias estadísticamente significativas (6, 23). Las restauraciones realizadas en zirconio se fabrican en un centro de fresado. Para la fabricación de una prótesis existen muchos más pasos que el registro de las arcadas, y la reducción de estos pasos puede derivar en una mejora de la exactitud. La realización de prótesis en zirconio con CAD-CAM elimina varios de estos pasos, mejorando la adaptación marginal e interna tras el cementado. Por otro lado, cuando las prótesis son realizadas en disilicato de litio, no se encuentran diferencias significativas entre ambos métodos de impresión (25). El método digital también parece ser una opción válida para la realización de *inlays* y *onlays* (20).

La bibliografía disponible para el uso de escáneres intraorales como registro para la realización de prótesis completas no es muy variada. El registro de arcadas edéntulas en el maxilar es más exacto, probablemente debido a una menor cantidad de conductos de salida de glándulas salivales mayores y a una mayor cantidad de hueso con mucosa adherida y menos tejidos móviles. La falta de puntos de referencia para el escaneado produce una mayor cantidad de errores en la generación de la imagen, por lo que este registro es mucho menos preciso que en caso de pacientes dentados. Los estudios *in vitro* (27, 28) ofrecen datos prometedores, pero dado que la única revisión sistemática que evalúa *in vivo* la adaptación de las prótesis completas finales encuentra resultados heterogéneos, no se puede concluir que el método digital pueda ser un sustituto válido del método convencional. Para lo que sí que se podría utilizar el escaneado intraoral es para la realización de impresiones preliminares para la elaboración de cubetas individuales (1, 13). Para establecer conclusiones acerca del uso del escáner intraoral en pacientes edéntulos es necesaria la existencia de mayor evidencia científica clínica.

En el caso de las impresiones sobre implantes, existe cierta controversia. En estudios *in vitro*, se muestra una mejor exactitud con el método digital en una de las revisiones (35), mientras que en otra se favorece el método tradicional en todos los estudios incluidos menos en el más reciente, lo que se podría deber a los avances realizados en las últimas generaciones de *softwares* (34). En el metaanálisis de *Papaspyridakos y cols.* sí que se obtienen resultados que no se corresponden con lo que cabría esperar, ya que, a medida que aumenta el área a escanear y disminuye la cantidad de dientes en boca, la exactitud del escaneado tiende a disminuir, y en este caso ocurre lo contrario:

se encontró que el método digital era más preciso en arcadas totalmente edéntulas que en arcadas parcialmente edéntulas (32). Atendiendo al ajuste de las prótesis, se sigue encontrando esta paradoja: el ajuste de las prótesis es mayor en arcadas totalmente edéntulas que en implantes unitarios (14, 29). Los resultados de algunos estudios *in vivo*, como el de *Alikhasi y cols.*, no favorecen el método digital, exponiendo que los resultados no son clínicamente aceptables, y algún estudio, como el de *Floriani y cols.*, tampoco encuentran resultados en la adaptación marginal por debajo de los 120 μm , a pesar de obtener menor *gap* marginal mediante escaneado que a través del método tradicional (29, 35).

La angulación de los implantes influye en la exactitud de las impresiones tradicionales, puesto que una fuerza excesiva durante la retirada de la cubeta podría estar relacionada con una distorsión del resultado del registro. El método digital no solo no se ve afectado por las diferentes angulaciones (31), sino que parece ser significativamente más exacto en implantes entre 30 y 45° de divergencia (29). A pesar de ello, el método tradicional parece ser superior independientemente de la angulación (32, 33).

La mayoría de las revisiones utilizadas para la comparativa en rehabilitaciones implantosoportadas incluyen artículos *in vitro* e *in vivo* o exclusivamente *in vitro*, sin existencia de revisiones que estén basadas solamente en artículos *in vivo*. El método digital parece ser menos exacto que el tradicional en situaciones de restauraciones unitarias y en arcadas parcialmente edéntulas. Sin embargo, en arcadas totalmente edéntulas, la tendencia es la contraria. Es necesaria una mayor cantidad de evidencia científica basada en estudios *in vivo* para la obtención de conclusiones acerca del uso del escáner intraoral para la realización de rehabilitaciones prostodóncicas implantosoportadas.

CONCLUSIONES

1. El escaneado intraoral es un método de impresión válido para la realización de prótesis dentosoportadas de 1 a 4 piezas.
2. Las restauraciones realizadas en zirconio tienen una mejor adaptación marginal al ser realizadas con un flujo completamente digital.
3. El escaneado intraoral es un método de registro de arcadas edéntulas válido para la fabricación de cubetas individualizadas, pero no existe suficiente evidencia disponible como para hacer recomendaciones clínicas acerca de su uso para la fabricación de prótesis completas.
4. Las impresiones digitales son una alternativa a las tradicionales en rehabilitaciones implantosoportadas unitarias, a pesar de que con el método convencional se obtienen mejores resultados en el ajuste de las prótesis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Afrashtehfar K, Alnakeb N, Assery M. Accuracy of Intraoral Scanners Versus Traditional Impressions: a Rapid Umbrella Review. *J Evid Based Dent Pract.* 2022;22(3):1–8.
2. Sivaramakrishnan G, Alsobaiei M, Sridharan K. Patient preference and operating time for digital versus conventional impressions: a network meta-analysis. *Aust Dent J.* 2020;65(1):58–69.
3. 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):1–20.
4. Sawase T, Kuroshima S. The current clinical relevancy of intraoral scanners in implant dentistry. *Dent Mater J.* 2020;39(1):57–61.
5. Hasanzade M, Aminikhah M, Afrashtehfar KI, Alikhasi M. Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by using digital and conventional workflows: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2021;126(3):360–8.
6. Tabesh M, Nejatidanesh F, Savabi G, Davoudi A, Savabi O, Mirmohammadi H. Marginal adaptation of zirconia complete-coverage fixed dental restorations made from digital scans or conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2021;125(4):603–10.
7. Bandiaky ON, Le Bars P, Gaudin A, Hardouin JB, Cheraud-Carpentier M, Mbodj EB, et al. Comparative assessment of complete-coverage, fixed tooth-supported prostheses fabricated from digital scans or conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2022;127(1):71–9.
8. Chochlidakis KM, Paspaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):184-190.e12.
9. Giachetti L, Sarti C, Cinelli F, Russo D. Accuracy of Digital Impressions in Fixed Prosthodontics: A Systematic Review of Clinical Studies. *Int J Prosthodont.* 2020;33(2):192–201.
10. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016;116(3):328-335.e2.
11. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-11.
12. AlRumaih HS. Clinical Applications of Intraoral Scanning in Removable Prosthodontics: A Literature Review. *J Prosthodont.* 2021;30(9):747–62.
13. Rasaie V, Abduo J, Hashemi S. Accuracy of Intraoral Scanners for Recording the Denture Bearing Areas: A Systematic Review. *J Prosthodont.* 2021;30(6):520–39.
14. 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(March):374–92.

15. Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2018;120(3):343–52.
16. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont*. 2018;27(1):35–41.
17. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018;26(3):101-121.
18. Nagarkar SR, Perdigão J, Seong WJ, Theis-Mahon N. Digital versus conventional impressions for full-coverage restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc*. 2018;149(2):139-147.e1.
19. Hasanzade M, Shirani M, Afrashtehfar KI, Naseri P, Alikhasi M. In Vivo and In Vitro Comparison of Internal and Marginal Fit of Digital and Conventional Impressions for Full-Coverage Fixed Restorations: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract*. 2019;19(3):236–254.
20. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, et al. Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay/onlay restorations: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent*. 2019;121(4):590-597.e3.
21. Svanborg P. A systematic review on the accuracy of zirconia crowns and fixed dental prostheses. *Biomater Investig Dent*. 2020;7(1):9–15.
22. Kustrzycka D, Marschang T, Mikulewicz M, Grzebieluch W. Comparison of the Accuracy of 3D Images Obtained from Different Types of Scanners: A Systematic Review. *J Healthc Eng*. 2020;2020.
23. Bousnaki M, Chatziparaskeva M, Bakopoulou A, Pissiotis A, Koidis P. Variables affecting the fit of zirconia fixed partial dentures: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2020;123(5):686-692.e8.
24. Kumar HC, Kumar TP, Hemchand S, Suneelkumar C, Subha A. Accuracy of marginal adaptation of posterior fixed dental prosthesis made from digital impression technique: A systematic review. *J Indian Prosthodont Soc*. 2020;20(2):123-130.
25. Tabesh M, Nejatidanesh F, Savabi G, Davoudi A, Savabi O. Marginal Accuracy of Lithium Disilicate Full-Coverage Single Crowns Made by Direct and Indirect Digital or Conventional Workflows: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Prosthodont*. 2022;31(9):744-753.
26. Kong L, Li Y, Liu Z. Digital versus conventional full-arch impressions in linear and 3D accuracy: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies. *Clin Oral Investig*. 2022;5625–42.
27. Carneiro Pereira AL, Bezerra de Medeiros AK, de Sousa Santos K, Oliveira de Almeida É, Seabra Barbosa GA, da Fonte Porto Carreiro A. Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2021;125(2):241–8.
28. Wang C, Shi YF, Xie PJ, Wu JH. Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent*. 2021;125(2):249-256.
29. Alikhasi M, Alsharbaty MHM, Moharrami M. Digital implant impression technique accuracy: A systematic review. *Implant Dent*. 2017;26(6):929–35.

30. 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.
31. 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. *J Indian Prosthodont Soc*. 2020;20(2):141-152.
32. Papaspyridakos P, Vazouras K, Chen Y wei, 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.
33. 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. *J Prosthet Dent*. 2021;126(6):749–55.
34. Albánchez-González MI, Brinkmann JCB, Peláez-Rico J, López-Suárez C, Rodríguez-Alonso V, Suárez-García MJ. Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(4).
35. Floriani F, Lopes GC, Cabrera A, Duarte W, Zoidis P, Oliveira D, Rocha MG. Linear Accuracy of Intraoral Scanners for Full-Arch Impressions of Implant-Supported Protheses: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur J Dent*. 2023.
36. Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Meirelles L, Wang HL, et al. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2021;25(12):6517–31.
37. de Oliveira NRC, Pigozzo MN, Sesma N, Laganá DC. Clinical efficiency and patient preference of digital and conventional workflow for single implant crowns using immediate and regular digital impression: A meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2020;31(8):669–86.

ANEXOS

| N° de ilustración | Procedencia (Artículo o página web) |
|--------------------------|--|
| 1 | (Mizumoto et al., 2018) |

Tabla suplementaria 1. Ilustraciones empleadas en la revisión.

| Revista y fecha de publicación | Título | Autores | Tipo de estudios revisados |
|---|---|----------------------|-----------------------------------|
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2016 | Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. | Tsirogiannis y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2016 | Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. | Chochlidakis y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthodont.</i> 2018 | Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. | Ahlholm y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>Eur J Prosthodont Restor Dent</i> 2018 | Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. | Abduo y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Am Dent Assoc.</i> 2018 | Digital versus conventional impressions for full-coverage restorations: A systematic review and meta-analysis. | Nagarkar y cols. | <i>In vivo</i> |
| <i>J Evid Based Dent Pract.</i> 2019 | In Vivo and In Vitro Comparison of Internal and Marginal Fit of Digital and Conventional Impressions for Full-Coverage Fixed Restorations: A Systematic Review and Meta-analysis. | Hasanzade y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2021 | Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by using digital and conventional workflows: A systematic review and meta-analysis. | Hasanzade y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2019 | Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay/onlay restorations: A systematic review of in vitro studies. | Goujat y cols. | <i>In vitro</i> |
| <i>Int J Prosthodont.</i> 2020 | Accuracy of Digital Impressions in Fixed Prosthodontics: A Systematic Review of Clinical Studies. | Giachetti y cols. | <i>In vivo</i> |
| <i>Biomater Investig Dent.</i> 2020 | A systematic review on the accuracy of zirconia crowns and fixed dental prostheses. | Svanborg | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Healthc Eng.</i> 2020 | Comparison of the Accuracy of 3D Images Obtained from Different Types of Scanners: A Systematic Review. | Kustrzycka y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2020 | Variables affecting the fit of zirconia fixed partial dentures: A systematic review. | Bousnaki y cols. | <i>In vivo</i> |
| <i>J Indian Prosthodont Soc.</i> 2020 | Accuracy of marginal adaptation of posterior fixed dental prosthesis made from digital impression technique: A systematic review. | Kumar y cols. | <i>In vivo</i> |

Tabla suplementaria 2. Artículos utilizados para los resultados de prótesis parcial fija.

| Revista y fecha de publicación | Título | Autores | Tipo de estudios revisados |
|---------------------------------------|---|----------------------|--|
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2021 | Marginal adaptation of zirconia complete-coverage fixed dental restorations made from digital scans or conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. | Tabesh y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthodont.</i> 2022 | Marginal Accuracy of Lithium Disilicate Full-Coverage Single Crowns Made by Direct and Indirect Digital or Conventional Workflows: A Systematic Review and Meta-Analysis. | Tabesh y cols. | <i>In vitro/In vivo</i> |
| <i>J Evid Based Dent Pract</i> 2022 | Accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: a rapid umbrella review. | Afrashtehfar y cols. | Revisiones sistemáticas y metaanálisis |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2022 | Comparative assessment of complete-coverage, fixed tooth-supported prostheses fabricated from digital scans or conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. | Bandiaky y cols. | <i>In vivo</i> |
| <i>Clin Oral Investig.</i> 2022 | Digital versus conventional full-arch impressions in linear and 3D accuracy: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies. | Kong y cols. | <i>In vivo</i> |

Tabla suplementaria 2 (Continuación). Artículos utilizados para los resultados de prótesis parcial fija.

| Revista y fecha de publicación | Título | Autores | Tipo de estudios revisados |
|---------------------------------------|---|--------------------------|--|
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2021 | Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. | Carneiro Pereira y cols. | <i>In vivo</i> |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2021 | Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. | Wang y cols. | <i>In vitro</i> |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2021 | Accuracy of Intraoral Scanners for Recording the Denture Bearing Areas: A Systematic Review. | Rasaie y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Evid Based Dent Pract</i> 2022 | Accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: a rapid umbrella review. | Afrashtehfar y cols. | Revisiones sistemáticas y metaanálisis |

Tabla suplementaria 3. Artículos utilizados para los resultados de prótesis total en pacientes edéntulos.

| Revista y fecha de publicación | Título | Autores | Tipo de estudios revisados |
|--|--|----------------------------|-----------------------------------|
| <i>J Prosthodont.</i> 2018 | Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review | Ahlholm y cols. | <i>In vitro</i> |
| <i>Implant Dent.</i> 2017 | Digital Implant Impression Technique Accuracy: A Systematic Review | Alikhasi y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>Clin Oral Implants Res.</i> 2018 | The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. | Flügge y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2020 | Digital scanning for complete-arch implant-supported restorations: A systematic review | Wulfman y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Indian Prosthodont Soc.</i> 2020 | Assessment of intraoral scanning technology for multiple implant impressions - A systematic review and meta-analysis | Kachhara y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthodont.</i> 2020 | Digital vs Conventional Implant Impressions: A Systematic Review and Meta-Analysis | Papaspyridakos y cols. | <i>In vitro/in vivo</i> |
| <i>J Prosthet Dent.</i> 2021 | Influence of implant position on the accuracy of intraoral scanning in fully edentulous arches: A systematic review | Carneiro Pereira y cols. | <i>In vitro</i> |
| <i>Int J Environ Res Public Health.</i> 2022 | Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies. | Albánchez-González y cols. | <i>In vitro</i> |
| <i>Eur J Dent.</i> 2023 | Linear Accuracy of Intraoral Scanners for Full-Arch Impressions of Implant-Supported Prostheses: A Systematic Review and Meta-Analysis | Floriani y cols. | <i>In vitro</i> |

Tabla suplementaria 4. Artículos utilizados para los resultados de prótesis sobre implantes.