

<b>1) RESUMEN</b> .....	2
<b>2) INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	3
<b>3) METODOLOGÍA</b> .....	4
<b>4) ANTECEDENTES</b> .....	4
<b>5) DESARROLLLO</b> .....	5
5.1 Impresiones convencionales. ....	5
5.2 Impresiones digitales .....	6
5.2.1 Exactitud .....	6
5.2.2 Angulación del implante y tipo de conexión.....	9
5.2.3 Técnica de impresión (escaneado) .....	10
5.2.4 Experiencia del operador .....	11
5.2.5 Tiempo de trabajo .....	12
5.2.6 Percepción de los pacientes en cuanto al confort. ....	13
5.2.7 Comparación entre diferentes marcas de escáneres.....	16
<b>6) DISCUSIÓN</b> .....	20
<b>7) CONCLUSIONES</b> .....	23
<b>8) BIBLIOGRAFÍA</b> .....	24
<b>9) AGRADECIMIENTOS</b> .....	27

# **IMPRESIONES DIGITALES DE ARCO TOTAL EN IMPLANTOLOGIA**

## **1) RESUMEN**

La incorporación de los escáneres intraorales para realizar impresiones digitales en la cavidad bucal es de los avances tecnológicos más importantes que ha tenido la odontología en los últimos tiempos. Como en toda impresión el objetivo final es lograr el ajuste más exacto posible de las restauraciones, para de esta manera tener un buen pronóstico a largo plazo de las mismas y de los implantes. Uno de los puntos débiles de los escáneres intraorales ha sido hasta el momento la posibilidad de realizar impresiones de arcadas totales sin generar distorsiones, sobre todo en implantología, donde existen brechas desdentadas entre los implantes. Con el constante desarrollo de esta tecnología, esta situación clínica parece cada vez más pasible de realizarse, en los hechos, existe investigación al respecto. Aunque en su mayoría son investigaciones in vitro, los estudios clínicos que aparecen muestran resultados alentadores y es de esperar que con el tiempo aparezcan cada vez más para reforzar la teoría de que es posible lograr buenos resultados de ajuste y pasividad realizando impresiones de arcada total sobre implantes. En esta revisión de la bibliografía se analiza la exactitud y algunos de los factores que influyen en el resultado final de una impresión digital de arcada total con implantes dentales.

PALABRAS CLAVE: full arch, digital, implant, impressions.

Arco completo, digital, implante, impresiones.

## 2) INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La incorporación de nuevas tecnologías en la práctica odontológica, tiene como uno de sus principales objetivos la simplificación de los procesos minimizando las posibilidades de error.

Este hecho se ve reflejado en el uso del escáner intraoral (EIO) para la toma de impresiones, que elimina una cantidad de pasos que requieren las técnicas convencionales de impresión para así obtener un resultado óptimo de ajuste de las restauraciones.

Como sucede con la tecnología de uso cotidiano, los escáneres intraorales están en constante desarrollo y evolución con el objetivo de brindar la mayor exactitud posible a la hora de tomar una impresión digital.

Entre sus ventajas se destacan la disminución de los tiempos clínicos y un mayor confort al no ser necesaria la utilización de cubetas y materiales de impresión poco confortables para algunos pacientes.

La implantología oral no es ajena a todos estos cambios. Con el desarrollo del “flujo digital”, desde el planeo de la posición del implante hasta el diseño de la prótesis, se realiza de manera virtual. Partiendo de una guía quirúrgica (física) diseñada por computadora, la toma de impresiones digitales con un IOS, hasta el diseño y la obtención de la prótesis definitiva por fresado en el material seleccionado.

Debido a la compresión ósea frente a las fuerzas masticatorias, en los implantes óseo-integrados el rango de movimientos axiales es de 3 a 5 micras, y el rango de movimientos laterales es de 10 a 50 micras, mientras que los dientes naturales se mueven 25 a 100 micras en el eje axial y 56 a 108 micras ante las mismas fuerzas laterales. (1)

Considerando entonces que el comportamiento de los implantes dentales es diferente al de las piezas dentarias, al no presentar la movilidad que permite el ligamento periodontal, es de esperar una menor tolerancia a las discrepancias en las impresiones digitales que sobre los dientes naturales. Por lo tanto la demanda en la exactitud de la impresión es mayor cuando se trata de prótesis implanto soportadas. (2)

Objetivos:

- Analizar la exactitud de las impresiones digitales de arcada total en implantología.
- Analizar alguno de los factores que influyen en la exactitud de las impresiones digitales.

### 3) METODOLOGÍA

En base a la pregunta si ¿Son confiables las impresiones digitales de arcada total sobre implantes? Se realizó una búsqueda bibliográfica en PUBMED Y TIMBÓ de investigaciones sobre impresiones digitales de arcada total en implantología y relacionadas. Los términos utilizados para la búsqueda fueron los siguientes full[All Fields] AND arch [All Fields]) AND digital[All Fields] AND implant[All Fields] AND ("Impressions (Orange)"[Journal] OR "impressions"[All Fields]). En Pubmed se encontraron 25 resultados y en Timbó 23627, a partir de la lectura de los títulos se preseleccionaron artículos relacionados al tema y luego se seleccionaron los relacionados a la temática de estudio. También se estudiaron autores que surgieron de leer esta bibliografía. En su mayoría el patrón de oro para los estudios comparativos fue una impresión convencional de polivinilsiloxano o poliéter.

### 4) ANTECEDENTES

El ajuste pasivo de las prótesis fijas implanto soportadas de arcada total, depende de la exactitud del modelo obtenido y está directamente relacionado con la exactitud de la técnica de impresión utilizada. Por lo tanto la obtención de una correcta impresión es el primero y más significativo de los procedimientos. (3)

En la actualidad el desafío de lograr buenos resultados con impresiones digitales en casos parciales (entre 1 y 3 implantes) fue superado, sin embargo las impresiones digitales de arcada total siguen siendo un reto. Se analizarán algunos de los factores que pueden influir en el resultado final de una rehabilitación implanto soportada de arcada total resuelta de manera digital.

## 5) DESARROLLO

### 5.1 Impresiones convencionales.

En la exactitud de impresiones de arcada total influyen diversos factores. El objetivo principal es lograr que las prótesis implantado soportadas tengan ajuste pasivo, el cual está directamente relacionado a la correcta transferencia en tres dimensiones de la posición del implante al modelo de trabajo. (4)

Dentro de los factores clínicos que influyen se mencionan:

- a la técnica de impresión.
- el material de impresión utilizado.
- el efecto de la ferulización de las cofias de impresión.
- a la angulación de los implantes. (4)

Papaspyridakos y col en 2014, realizaron una revisión sistemática de la literatura sobre impresiones en maxilares parcial y completamente desdentados, analizaron el efecto de los factores antes mencionados en las impresiones convencionales. (5)

En los maxilares desdentados, reportaron veinte estudios in vitro y uno clínico que analizaron la precisión de las técnicas de impresión con cubeta cerrada o con cubeta abierta. De los estudios in vitro, nueve demostraron que la técnica con cubeta abierta era más exacta, diez no mostraron diferencias entre ambas modalidades y uno dio como más exacta la técnica de cubeta cerrada. Respecto al estudio clínico mostró mejores resultados con la técnica de cubeta abierta. (5)

En cuanto a él material de impresión se reportaron doce estudios in vitro de los cuales once no mostraron diferencias entre el poliéter y el polivinilsiloxano, mientras que en uno el poliéter logró mayor exactitud.

Otro punto analizado fue el efecto entre ferulizar o no las cofias de impresión, se encontraron veintidós estudios in vitro y tres clínicos, doce de los estudios in vitro concluyeron que ferulizar las cofias de impresión obtiene mejor resultado, nueve no mostraron diferencias entre ambas posibilidades y uno mostró mejor resultado sin ferulizar. En los tres estudios clínicos la ferulización arrojó mejor resultado. (5)

Seis estudios in vitro y tres clínicos analizaron la angulación de los implantes. A pesar de que no se especificó los grados de angulación, reportaron que ferulizar las cofias de impresión obtiene mejor resultado que no ferulizar o utilizar la técnica de cubeta cerrada cuando se trata de implantes con una angulación mayor de 20 o 25 grados en algún eje. (4) (5)

Analizando esta evidencia podemos decir que en las impresiones convencionales de arcada total el material de impresión puede ser poliéter o polivinilsiloxano indistintamente, la técnica de cubeta abierta y ferulizar las cofias de impresión parece ser lo más seguro para lograr un ajuste pasivo de las prótesis implanto soportadas. (2) A pesar de que la evidencia con respecto a la técnica o si se ferulizan las cofias o no sigue siendo controversial. (6)

## 5.2 Impresiones digitales

### 5.2.1 Exactitud

Cuando se analiza la exactitud que logran los EIO en la transferencia tridimensional de la posición de un implante unitario, se podría pensar que lo mismo sucede cuando se realiza la impresión digital de una arcada total con implantes, pero existen resultados variables al respecto.

Heckmann y col. reportaron que un 50% de los errores en de precisión están asociados a la técnica de impresión seleccionada, mientras que el 50% restante está relacionado a los procedimientos de laboratorio. (7)

Ender y Mehl en 2015 introdujeron los términos *veracidad (trueness)* y precisión como diferentes medidas de exactitud. La veracidad es definida como la comparación entre un conjunto de datos STL (Standard Triangle Language o Standard Tessellation Language) de control y uno test, mientras que la *precisión* es definida como la comparación entre diferentes conjuntos de datos obtenidos utilizando el mismo escáner. (8)

Pesce y col (2018) realizaron una evaluación de las impresiones digitales de arcada total, fabricaron 5 modelos con cuatro implantes colocados de acuerdo con el Protocolo Columbus (Columbus Bridge Protocol), el mismo consta de 4 implantes maxilares angulados para rehabilitar una arcada total. En este estudio in vitro, variaron las angulaciones y las distancias entre los implantes en los diferentes modelos. Tomaron 25 impresiones digitales (5 por modelo) y las mismas fueron realizadas por 5 operadores que nunca habían utilizado un EIO y que recibieron un entrenamiento previo de 8 horas (4 horas teóricas y 4 horas prácticas). La mejor impresión de cada modelo se utilizó como grupo control y en base a esas se construyó 5 estructuras de aluminio (una por modelo).

Para verificar el ajuste se utilizó el test de Sheffield, el mismo consiste en colocar la estructura sobre los análogos (o implantes), luego colocar y apretar el tornillo más distal de la misma. Cuando existe un buen ajuste pasivo de las estructuras no se

debería crear ningún desajuste en los implantes que no tienen colocado el tornillo, o lo que es lo mismo, si no existe un buen ajuste pasivo se crearán espacios (gap) en la unión de la estructura con los implantes sin tornillo.

Desde el punto de vista clínico este es el único test que permite evaluar la precisión y pasividad de las estructuras. (8)

Con respecto a este test, los resultados de este estudio mostraron en todas las estructuras fabricadas un gap en vestibular de entre 2 y 47 micras (30 micras de promedio).

Otro test realizado fue el de superposición de las imágenes, y el mismo demostró que las mayores diferencias entre las 5 impresiones fueron en la zona gingival del “scan body”. Los autores concluyen que es posible obtener la misma precisión que en impresiones convencionales incluso en casos con implantes angulados. (8)

Cappare y col. (2019) realizaron un estudio clínico randomizado con 50 pacientes a los cuales les colocaron 6 implantes maxilares (300 en total) y los cargaron de manera inmediata (dentro de las 24 horas siguientes) con prótesis provisionarias.

Se conformaron 2 grupos, el de flujo de trabajo convencional (control) y el de flujo de trabajo digital (test). Dentro del grupo de control se ferulizaron las cofias de impresión con alambre de ortodoncia y resina y se tomaron impresiones convencionales. Una característica interesante de este ensayo clínico, es que los “scan body” utilizados para la impresión digital también fueron ferulizados con alambre y resina de igual manera que en el método convencional. Según los resultados que obtuvieron plantearon que la exactitud obtenida de las impresiones y el trabajo en el laboratorio es similar en ambos grupos, no encontrando diferencias significativas entre el flujo de trabajo digital y el flujo de trabajo convencional. Algunos estudios previos demostraron mejor exactitud en relación a la veracidad y la precisión en el flujo de trabajo digital. (9)

Menini y col. (2018) compararon ocho impresiones diferentes (varios materiales e impresiones digitales), fabricaron un modelo con 4 analogos low profile (Biomet 3i) a los que lo tomaron impresiones de ocho maneras diferentes ( 7 convencionales con diferentes técnicas y materiales, y una digital). Tabla 1

<b>Cubeta abierta con polieter.</b>	<b>Impregum Penta, 3M ESPE, Saint Paul, MN, USA</b>
<b>Cubeta abierta con polieter y ferulización de las cofias.</b>	Impregum Penta, 3M ESPE, Saint Paul, MN, USA
<b>Cubeta cerrada con polieter.</b>	Impregum Penta, 3M ESPE, Saint Paul, MN, USA

<b>Cubeta abierta con polieter.</b>	Ramitec Penta, 3M ESPE
<b>Cubeta abierta con polieter y ferulización de las cofias.</b>	Ramitec Penta, 3M ESPE
<b>Cubeta cerrada con polieter.</b>	Ramitec Penta, 3M ESPE
<b>Cubeta abierta y yeso para impresiones</b>	BF Plaster, Dental Torino, Torino, Italy
<b>Impresión digital</b>	True Definition Scanner, 3M ESPE

Tabla 1.

Como resultado se obtuvo que existe una diferencia significativa entre las impresiones convencionales y las impresiones digitales comparando la distancia entre los implantes en los diferentes modelos así como las angulaciones. Tabla 2 Las impresiones digitales mostraron valores menores de desviación comparadas con el modelo maestro con respecto a las impresiones tradicionales. (10)

Según los autores, la deformación de las impresiones convencionales es inevitable y existen muchas variaciones sobre la posible deformación, por lo tanto consideran que las impresiones digitales son más predecibles en cuanto a la distancia y a la angulación de la posición final del implante comparadas con el modelo maestro.

Group	Number	Distance error Mean ± SD (mm)	Angle ABS error Mean ± SD (°)
OT-1	15	- 0.021 ± 0.030	0.252 ± 0.196
OTS-1	15	- 0.032 ± 0.033	0.129 ± 0.091
CT-1	15	0.031 ± 0.069	0.361 ± 0.217
OT-2	15	0.010 ± 0.053	0.536 ± 0.378
OTS-2	15	- 0.060 ± 0.037	0.503 ± 0.854
CT-2	15	- 0.014 ± 0.026	0.322 ± 0.188
OTP	15	0.059 ± 0.034	0.110 ± 0.090
DI	45	- 0.012 ± 0.026	0.257 ± 0.242
<i>p</i> value		0.000	0.001

*OT-1* open tray-polyether#1, *OTS-1* open tray-splint-polyether#1, *CT-1* closed tray-polyether#1, *OT-2* open tray-polyether#2, *OTS-2* open tray-splint-polyether#2, *CT-2* closed tray-polyether#2, *OTP* open tray-impression plaster, *DI* digital impression

Tabla 2.

Una revisión sistemática (2017) para evaluar la exactitud de los EIO encontró 3661 en la búsqueda preliminar, luego de aplicar los criterios de inclusión analizó 16 estudios (15 in vitro y 1 in vivo). (2)

Analizando los resultados muestra que existe un gran número de factores que pueden afectar la exactitud y que se deben tener en cuenta a la hora de realizar una impresión digital y destaca que en la literatura revisada se da importancia a la acumulación de errores que pueden existir en el flujo de trabajo digital.

Nombra una serie de factores que pueden potencialmente afectar la exactitud, se pueden dividir en grupos y están relacionados:

- al aparato (tipo, generación, tecnología de escaneado, tamaño del sensor).
- al programa de procesamiento de imágenes.
- al fresado del modelo o impresión en tres dimensiones.
- a la experiencia del operador.
- a la estrategia y protocolo de escanado (calibración, tiempo, secuencia).
- a las características de los Scan Body (tamaño, material, forma, colocación).
- a la etapa clínica (saliva, sangrado, tejidos blando, posición del implante, etc).

Es decir, al igual que lo que sucede en las impresiones convencionales, hay que cuidar muchos detalles para lograr buena exactitud, ya que se pueden producir errores en cualquier etapa del proceso.

De los 16 estudios, 10 de ellos analizaron maxilares desdentados con dos o seis implantes colocados.

Todos los estudios que analizaron los EIO de última generación (Trios Color, True Definition, Cerec Omnicam, CS3500 ) reportaron desviaciones menores de 100 micras. (2)

### 5.2.2 Angulación del implante y tipo de conexión.

Cuando hablamos de impresiones convencionales, uno de los factores que influyen en la precisión es la angulación de los implantes, múltiples implantes con diferentes angulaciones pueden causar distorsión. En esto influye el largo de la conexión, ya que en implantes de conexión interna se genera mayor contacto entre el mismo y la cofia de transferencia. (4)

Lee y col. reportaron en una revisión que cuando los implantes son más de 3, la angulación de los mismos puede afectar la exactitud de la impresión. Sin embargo, cuando son 2 o 3 no se constatan alteraciones. (11)

Alikhasi y col. (2018) analizaron el efecto de la angulación de los implantes y el tipo de conexión comparando impresiones digitales y convencionales. En modelos de resina (maxilares) colocaron 2 implantes no angulados en la zona de caninos y paralelos entre ellos, en el sector de los segundos premolares colocaron 2 implantes angulados 45° hacia distal. Un modelo se realizó con implantes de conexión interna (hexágono) y el otro con implantes de conexión externa (hexágono). (11)

A dichos modelos se les tomó impresiones digitales con EIO y convencionales de manera directa e indirecta.

En cuanto a la angulación de los implantes, no se encontraron diferencias significativas entre los implantes anteriores (no angulados) y posteriores (angulados) en el grupo de impresiones digitales. Lo mismo ocurrió en cuanto al tipo de conexión. Sin embargo, en los grupos de impresiones convencionales, las impresiones directas de conexión externa mostraron mejores resultados que los de conexión interna en la distorsión angular en los cuatro implantes. En definitiva, en impresiones convencionales de conexión externa se genera menos distorsión que en todas las demás cuando los implantes están angulados. (11)

Por lo tanto los autores mostraron que aun cuando la angulación de los implantes llega a los 45°, la exactitud de las impresiones digitales no se ve afectada.

En concordancia con estos autores, otro estudio mostró que la exactitud de las impresiones digitales no se ve afectada cuando la angulación supera los 15°. (3)

### 5.2.3 Técnica de impresión (escaneado)

Tal como sucede en las impresiones convencionales, la técnica de impresión (escaneado en este caso) es de vital importancia para poder lograr la transferencia tridimensional de los implantes de manera exacta. Cuando se trata de arcadas totales, lo recomendable es comenzar por uno de los extremos distales del maxilar edentulo y recorrer primero la superficie oclusal de los “scan body” hasta llegar al implante más distal contralateral, para luego recorrer la zona vestibular y lingual/palatina de igual manera, es decir siempre de un extremo a otro del arco a registrar. Es importante registrar la totalidad del “scan body” así como la mucosa que rodea a los implantes. Otros autores realizan el escaneado total del “scan body” antes de seguir adelante con el escaneo, extendiéndose hacia los tejidos blandos de manera progresiva. (12) Con respecto a los “scan body”, son considerados otro factor que pueden inducir a error, los más cortos y menos visibles pueden afectar la

exactitud. Cuando los implantes se encuentran más profundos es recomendable utilizar “scanbodies” más largos. (2)

#### 5.2.4 Experiencia del operador

A pesar de que existen autores que opinan lo contrario, muchos estudios muestran que la experiencia del operador no es un factor influyente en el resultado final cuando se realiza el escaneo. Un estudio con 12 pacientes a los que se les tomó impresiones digitales de un molar natural por dos profesionales con diferente grado de experiencia, mostró que la exactitud y la repetitividad entre los operadores en las impresiones digitales era mejor que con las convencionales además de que el nivel de experiencia clínica no influyó. (13)

De igual manera, Giménez y col (2015) colocaron 6 implantes (Certain, Biomed 3i) en un maxilar de resina en las posiciones 12, 22, 15, 25, 17 y 27 con diferentes angulaciones y profundidad. Fig. 1

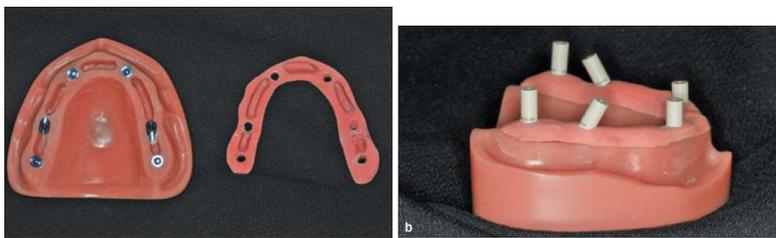


Figura 1

Utilizaron dos marcas de EIO para tomar las impresiones (3D Progress IO Scan, MHT, ZFX Intrascan, Zimmer Dental), y se comenzó el escaneo por el implante de la pieza 27. ZFX interscan no mostró diferencias significativas en ambos cuadrantes. Al analizar la experiencia de los operadores (2 entrenados, y 2 no entrenados), la exactitud no se vio afectada por las diferentes características clínicas simuladas (angulación, profundidad y distancia entre implantes). Otro de los hallazgos que se resaltó en este estudio es que el último implante en ser escaneado siempre era el que presentaba más distorsión. Sin embargo concluyeron que estas dos marcas de escáneres parecen no apropiadas para impresiones de arco total. (14)

Lee y col. (2013) realizaron un ensayo clínico en relación a la percepción de los profesionales en el uso de los EIO, comparando estudiantes cursando el segundo año de odontología con profesionales con experiencia (30 en cada grupo). Se analizaron los resultados con una escala visual análoga (EVA). En cuanto a la dificultad existieron diferencias significativas entre los dos grupos con respecto a las impresiones convencionales, es decir al grupo con experiencia clínica les resultó más

fácil realizar la técnica convencional. No sucedió lo mismo para las impresiones digitales, en las cuales no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. Sin embargo a los estudiantes les resultó más fácil realizar la técnica digital que la convencional, a la inversa de los profesionales. (15) Tabla 3

<b>Impression</b>	<b>Student</b>	<b>Clinician</b>	<b>P</b>
Conventional impression	43.1 ±18.5	30.9 ±19.6	.030
Digital impression	30.6 ±17.6	36.5 ±20.6	.228
<i>P</i>	.006	.280	

VAS, Visual analog scale (0 to 100).  
 Statistical significance at  $P < .05$ .

Tabla 3. Nivel de dificultad (15)

Por lo tanto si bien no se encontraron diferencias en la percepción de la dificultad entre los dos grupos con respecto a las impresiones digitales, al grupo de los estudiantes le resultó más fácil tomar las impresiones de manera digital y en una encuesta sobre la preferencia de la técnica el 60% de los mismos prefería la técnica digital, mientras que solo el 33% de los profesionales la elegiría como primera opción. (15)

### 5.2.5 Tiempo de trabajo

Entre una de las ventajas que se le destacan a las impresiones digitales es su reducido tiempo de trabajo. A pesar de la supuesta simplicidad con la que se maneja un escáner existen diversas situaciones clínicas en donde el tiempo de trabajo puede variar e incluso hacerse más largo cuando tomamos impresiones digitales. Un ejemplo de esto es la toma de impresiones de arcada total para la planificación en casos de ortodoncia, donde se compara el escaneado con una impresión de alginato. Sailer y col. (2018), presentaron un estudio clínico randomizado comparando impresiones sobre muñones dentarios con el método digital y convencional y concluyeron que para los casos presentados las impresiones convencionales llevaron menos tiempo de trabajo. La rehabilitación consistía en una prótesis fija dento soportada de tres piezas posteriores. (16) De esto también depende el tipo de EIO que utilicemos (si requieren de polvo para cubrir las superficies a escanear es más complicado, lo que alarga el tiempo de trabajo). En la actualidad una de las

mejoras que se está haciendo, es al software de procesamiento de imágenes, lo que hace más efectiva la toma de impresiones digitales logrando captar mayor cantidad de imágenes en menos tiempo.

Existe en la literatura diversos estudios en relación al tiempo de trabajo, algunos controlan el tiempo total del proceso (desde la impresión hasta la realización de la prótesis), otros solamente el tiempo de impresión.

Las impresiones digitales permiten simplificar el flujo de trabajo ya que se logra saltar algunos pasos como la selección y acondicionamiento de la cubeta, mezcla del material de impresión, desinfección de la impresión, almacenamiento y envío al laboratorio, vaciado del modelo y montaje en articulador. (10)

En otro estudio clínico randomizado, Gherlone y col. (2016) rehabilitaron 25 pacientes con el protocolo “All-on-four” desdentado totales maxilares, mandibulares o ambos. Colocaron un total de 120 implantes y dividieron en 2 grupos (control con impresiones convencionales, y test con impresiones digitales). Un total de 30 prótesis fijas híbridas (estructura de cromo cobalto y resina) fueron instaladas y el ajuste pasivo se controló con el test de Sheffield y se realizaron radiografías para evaluar el ajuste. En el grupo de control una prótesis presentó desajustes por lo que se tomó la impresión nuevamente. No se perdieron implantes ni prótesis durante el periodo de observación. (17)

Cuando se analizó el tiempo de trabajo se vio que en el grupo de las impresiones digitales el mismo fue significativamente menor que en el grupo control a pesar de que hubo que repetir mayor número de escaneados, ya que los mismos llevan menos tiempo que tomar nuevamente una impresión convencional. Tabla 4.

Parameter	Conventional	Digital	P value
Procedure time (min:s)	18:23 ± 5:38	7:57 ± 3:08	< .001
Additional time (min:s)	5:49 ± 1:24	01:02 ± 0:48	< .001
No. of retakes/rescans	3	9	-

Tabla 4. Tiempo de trabajo.

### 5.2.6 Percepción de los pacientes en cuanto al confort.

Solamente a quién le han tomado una impresión de manera convencional es capaz de relatar que tan molesta le resultó la experiencia. A pesar de que puede llegar a ser muy incómodo, la mayoría de los pacientes tolera bien el procedimiento y se sobrepone a la experiencia sin mayores complicaciones. De todas maneras, una de

las principales ventajas que se menciona con respecto a la utilización de los EIO es un mayor confort de los pacientes al momento de realizar la técnica, ya que se elimina el uso de la cubeta y el material de impresión que en algunos pacientes desencadena el reflejo nauseoso, o relatan sensación de ahogo, más aun tratándose de impresiones de arcada total.

En este sentido Yuzbasioglu y col. (2014) realizaron un estudio incluyendo 24 pacientes (12 hombres y 12 mujeres) a los que se le realizó una impresión digital y una convencional del maxilar y de la mandíbula, como requisito para la inclusión ninguno de los participantes debía haber recibido ninguna de las dos técnicas previamente. A los mismos se les realizó una encuesta con respecto a los aspectos que están relacionados con el confort durante el procedimiento, en donde los resultados muestran que la totalidad de los pacientes prefieren las impresiones digitales. (18) A pesar de esto, escanear los sectores más posteriores y distales es difícil y depende en gran medida del tamaño del escáner (19), lo que puede generar molestias en los pacientes, teniendo ahí la ventaja las impresiones convencionales.

En una revisión sistemática de la literatura, de 5 artículos que cumplieron los criterios de inclusión, 4 revelaron que la técnica de impresión digital resultó más confortable, generando menos ansiedad y reflejo nauseoso en los pacientes, el artículo restante no mostró diferencias significativas entre los dos grupos. (20)

#### 5.4. Distancia entre implantes.

La distancia entre los implantes es uno de los factores influyentes a la hora de realizar una impresión digital, al igual que sucede con los pacientes dentados, lograr un buen registro de las áreas desdentadas y sobre todo cuando son largas registrando con buena exactitud la distancia entre los implantes es uno de los puntos débiles de los EIO.

Yi Tan y col. (2019) presentaron un estudio in vitro en donde realizaron dos modelos desdentados totales con 6 (modelo A) y 8 (modelo B) implantes (Fig. 2), tomando como referencia el centro del implante más distal del sector 1, midieron en diferentes ejes la distancia lineal comparando una impresión convencional, dos EIO y tres escáneres de laboratorio. (12)

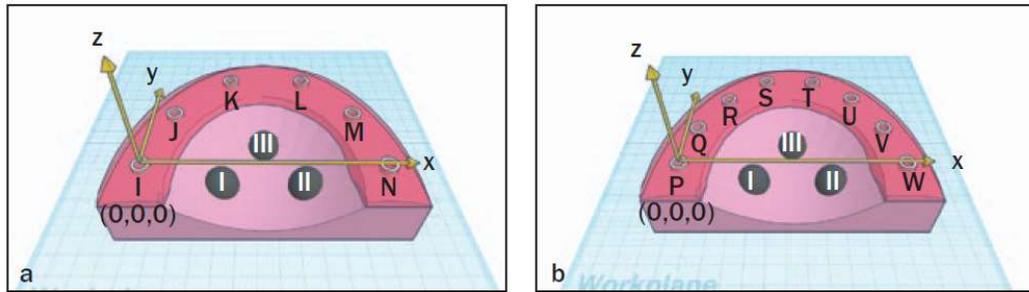


Figura 2.

Los implantes del modelo A tienen una distancia de 20 mm entre si y los del modelo B 13 mm aproximadamente. El objetivo de este estudio es determinar cuál es la distorsión lineal con los diferentes métodos de impresión.

Aplicando una fórmula matemática ( $d_R = \sqrt{d_{x2} + d_{y2} + d_{z2}}$ ) determinaron la distorsión lineal global para cada modelo medida en micras para cada tipo de impresión, la más exacta fue la impresión convencional, seguida por los tres escaneados de modelo con escáner de laboratorio, y luego los dos EIO. Tabla 5 y 6.

MODELO A promedio de distorsión lineal global

	Impregum	TRIOS	True Definition	Ceramill Map400	InEos X5	D900
Mean $d_R$ , $\mu\text{m}$ (SD)						
I	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)
J	10.9 (5.0)	172.5 (74.2)	291.6 (79.8)	52.8 (25.3)	25.4 (8.6)	62.3 (14.4)
K	15.6 (6.6)	153.6 (40.7)	482.6 (93.1)	49.9 (13.1)	54.2 (45.5)	53.9 (9.1)
L	24.6 (10.2)	143.4 (70.7)	716.6 (116.0)	49.8 (20.3)	53.3 (14.5)	59.5 (11.5)
M	24.4 (9.6)	100.0 (57.9)	731.7 (62.3)	42.5 (12.7)	43.9 (13.9)	87.2 (31.1)
N	20.1 (9.3)	36.3 (28.6)	677.1 (50.3)	8.7 (8.3)	35.0 (19.2)	59.8 (40.0)

Tabla 5.

MODELO B promedio de distorsión lineal global

	Impregum	TRIOS	True Definition	Ceramill Map400	InEos X5	D900
Mean $d_R$ , $\mu\text{m}$ (SD)						
P	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)
Q	16.3 (9.0)	40.2 (19.4)	160.9 (20.1)	48.9 (7.3)	23.4 (9.9)	68.7 (27.6)
R	19.1 (9.8)	40.8 (36.3)	369.1 (64.5)	30.2 (7.4)	31.0 (5.7)	62.7 (35.3)
S	27.3 (10.6)	73.5 (35.9)	464.8 (100.0)	36.2 (13.5)	48.0 (9.9)	46.1 (25.3)
T	35.3 (8.4)	148.0 (35.4)	611.1 (85.2)	56.1 (15.8)	60.3 (15.0)	65.6 (23.9)
U	39.3 (5.8)	75.3 (31.7)	620.2 (63.2)	46.3 (14.7)	65.4 (10.7)	47.1 (27.9)
V	34.8 (2.5)	110.4 (86.6)	582.1 (61.5)	37.4 (21.5)	64.7 (4.7)	53.0 (42.8)
W	35.5 (9.2)	59.9 (47.9)	567.8 (30.5)	32.3 (25.7)	66.4 (5.9)	73.4 (24.0)

Tabla 6.

Un punto interesante a tener en cuenta es que cuando se trabaja con escáneres de laboratorio estamos arrastrando los posibles errores generados en la impresión y vaciado de modelos de manera convencional. De todas maneras el método de

trabajo “mixto” (convencional y digital) genera menos distorsiones lineales que el flujo digital puro.

Cuando se comparan los dos modelos, en las impresiones convencionales la distorsión lineal fue mayor en el modelo B que en el A, sin embargo esa diferencia no tiene relevancia clínica.

Con los EIO sucedió lo contrario, es decir, en el modelo A la distorsión lineal fue mayor que en el modelo B, entre 110 y 150 micras, estas diferencias se pueden explicar por la limitación en el campo de escaneado que presentan los diferentes EIO, lo que los limita al tener implantes muy separados entre sí, ya que no se logra captar dos implantes en él mismo campo de impresión y el escáner debe realizar un recorrido registrando solo la brecha haciendo que se pierda la referencia para ajustar la distancia.

La precisión disminuye al aumentar la distancia entre los implantes (21), reducir la distancia entre los implantes puede disminuir la distorsión lineal global para las impresiones con EIO, pero no tiene ningún efecto sobre las impresiones convencionales ni con escáneres de laboratorio. (12) (21)

### 5.2.7 Comparación entre diferentes marcas de escáneres.

Ante la variedad de marcas de EIO que existen, a la hora de decidir invertir en esta herramienta de trabajo, es importante conocer las prestaciones de los mismos y sus alcances y limitaciones. Es discutido si realizar una impresión de arco total con los EIO puede llegar a buen resultado sin importar su marca comercial. A pesar de esto, existen en la literatura algunos trabajos que comparan la efectividad y precisión de las diferentes marcas comerciales.

En este sentido, Di Fiore y col. (2019) compararon la exactitud lograda con impresiones digitales de ocho EIO diferentes. (22) Tabla 7

En un modelo simulando una mandíbula desdentada con seis implantes realizaron las impresiones digitales.

<b>True Definition (3M ESPE, St. Paul, MN, USA, software version 5.1.1)</b>
<b>Trios 3 (3Shape, Copenhagen, Denmark, software version 16.4)</b>
<b>Cerec Omnicam AC (Sirona Dental System GmbH, Bensheim, German, software version 4.3.1)</b>

<b>3D progress (MHT, Verona, Italy, software version Exoscan-mht-2012-12- 19)</b>
<b>CS3500 (Carestream, Rochester, NY, USA, software version 2016–4, release 2.1.4.10)</b>
<b>CS3600 (Carestream, Rochester, NY, USA, software version 1.2.6)</b>
<b>Planmeca Emelard (Planmeca OY, Helsinki, Finland, Romexis 2018-1)</b>
<b>Dental Wings (Dental Wings Inc, Montreal, Canada, software version 3.7.0.26)</b>

Tabla 7

De los resultados se desprende que True Definition (3M ESPE) y Trios 3 (3Shape) son los que logran la mejor transferencia en tres dimensiones de los implantes, mientras que Planmeca Emelard (Planmeca) y Dental Wings (Dental Wings Inc.) obtienen los peores resultados. Tabla 8

Otro de los puntos que destacan los autores es que el tamaño del archivo obtenido luego del tomar la impresión no está en relación a la exactitud del modelo digital.

los	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	3D	3D	
	Mean $\mu\text{m}$ (SD)	Mean $\mu\text{m}$ (SD)	Mean $\mu\text{m}$ (SD)	Mean $\mu\text{m}$ (SD)	Min $\mu\text{m}$	Max $\mu\text{m}$
True Definition	25.64 (11.69)	13.52 (7.84)	5.17 (1.46)	31 (8)	18	47
Trios 3	19.68 (20.59)	11.21 (5.02)	9.89 (2.25)	32 (5)	23	41
Cerec Omnicam	45.23 (18.10)	19.85 (14.64)	10.60 (6.81)	71 (55)	30	243
CS3500	39.30 (44.54)	14.28 (11.85)	5.13 (5.20)	107 (28)	40	146
3D Progress	75.00 (21.72)	85.22 (51.85)	89.42 (5.54)	344 (121)	117	571
CS3600	37.67 (19.10)	18.16 (10.71)	12.30 (4.39)	61 (14)	35	87
Planmeca Emelard	29.19 (21.36)	18.45 (13.87)	13.72 (12.13)	101 (38)	44	188
Dental Wings	82.76 (27.46)	45.63 (32.43)	62.62 (41.49)	148 (64)	44	285

Tabla 8. Promedio de error en la posición en tres ejes y en tres dimensiones. (Expresado en micras)

Imburgia y col. (2017) realizaron un estudio comparativo in vitro de cuatro EIO (Fig.3 ) de última generación y compararon la veracidad (trueness) y la precisión, construyeron dos modelos maxilares con 3 (desdentado parcial) y 6 implantes (desdentado total). Fig. 4 (23)



Figura 3.

Como escáner de referencia, utilizaron un escáner de mesa (ScanRider® (V-GER srl, Bologna, Italy) ) para digitalizar los modelos fabricados.



Figura 4.

Los resultados mostraron que CS3600 obtuvo la mejor veracidad (trueness, comparación del escaneado con el modelo maestro) con respecto al modelo parcialmente desdentado ( $45,8 \pm 1,6$  micras). Con una diferencia significativa sobre el segundo (Trios ( $50,2 \pm 2,5$  micras)). A su vez Trios presentó diferencias significativas con Omnicam y True Definition ( $58,8 \pm 1,6$  y  $61,4 \pm 3,0$  micras respectivamente) los cuales no presentaron diferencias significativas entre ellos en términos de veracidad.

Con respecto a los modelos desdentados totales CS3600 también obtuvo la mejor veracidad ( $60,6 \pm 11,7$  micras) seguido por Cerec Omnicam ( $66,4 \pm 3,9$  micras), Trios ( $67,2 \pm 6,9$  micras) y True Definition ( $106,4 \pm 23,1$  micras). CS3600, Trios, y Omnicam tienen una veracidad significativamente mayor que True Definition y no presentaron diferencias significativas entre ellos. Tabla 9

Scanner	Partially edentulous maxilla	Fully edentulous maxilla	p-value <sup>1</sup>
	Mean trueness (± SD)	Mean trueness (± SD)	
CS 3600*	45.8 (±1.6) †, A, *	60.6 (±11.7) †	0.047
Trios 3*	50.2 (±2.5) †, ‡, °	67.2 (±6.9) ‡	0.003
Cerec Omnicam*	58.8 (±1.6) A, ‡	66.4 (±3.9) #	0.009
True Definition*	61.4 (±3.0) *, °	106.4 (±23.1) †, ‡, #	0.012

Tabla 9. Veracidad

Cuando hablamos de precisión (repetitividad, comparación entre modelos realizados con el mismo escáner), True Definition obtuvo los mejores resultados ( 19,5+- 3,1 micras), seguido de Trios 3 ( 24,5+-3,7 micras), CS3600 (24,8+-4,6 micras) y Cerec Omnicam (26,3+-1,5 micras) en los modelos parcialmente desdentados no encontrándose diferencias significativas entre ellos.

Trios 3 obtuvo la mejor precisión en los modelos desdentados totales ( 31,5+-9,8 micras) seguido de Cerec Omnicam ( 57,2+-9,1 micras), CS3600 (65,5+-16,7 micras) y True Definition (75,3+-43,8 micras). Sin diferencias significativas entre ellos.

Tabla 10.

Scanner	Partially edentulous maxilla	Fully edentulous maxilla	p-value <sup>1</sup>
	Mean precision (± SD)	Mean precision (± SD)	
CS 3600*	24.8 (±4.6)	65.5 (±16.7)	0.01
Trios 3*	24.5 (±3.7)	31.5 (±9.8)	0.3
Cerec Omnicam*	26.3 (±1.5)	57.2 (±9.1)	0.006
True Definition*	19.5 (±3.1)	75.3 (±43.8)	0.08

Tabla 10. Precisión

Comparando los resultados obtenidos entre los dos modelos, a diferencia de los otros tres escaneres, Trios 3 no mostró diferencias estadísticamente significativas entre escanear un modelo parcial o totalmente desdentado en cuanto a la precisión. Los otros tres escáneres fueron significativamente mejores en el modelo parcialmente desdentado que en el desdentado total. (23)

## 6) DISCUSIÓN

Si analizamos la bibliografía estudiada con respecto a la toma de impresiones digitales de arcada total sobre implantes dentales vemos que es un tema todavía controversial, la mayoría de las investigaciones a pesar de que muestran buenos resultados son realizadas in vitro y no corresponde con el comportamiento clínico de una impresión digital, en donde tenemos varios tipos de factores que no pueden ser recreados in vitro y que seguramente alteren los resultados.

Cuando analizamos la exactitud en la transferencia tridimensional del implante existen resultados contrapuestos.

Hussein y col. (2017) realizaron un estudio clínico comparativo entre impresiones digitales y convencionales sobre dos implantes contiguos en el sector posterior y concluyeron que los errores asociados a la toma de impresiones digitales son demasiado grandes como para construir restauraciones con buen ajuste en desdentados parciales. (24)

Por otra parte tenemos el trabajo de Cappare y col. (2019) (estudio clínico randomizado) donde realizan 50 prótesis fijas sobre 6 implantes (300 implantes) comparando impresiones convencionales y digitales sin diferencias significativas en ambos grupos en cuanto a los resultados. (9)

A pesar de las controversias una de las ventajas que se destacan de las impresiones digitales es la facilidad para repetir la técnica cuando falla comparado con las otras impresiones, además de que la experiencia no parece ser un factor determinante a la hora de realizar la técnica, contrario a lo que sucede con las impresiones convencionales.

Es sabido que lograr un ajuste pasivo absoluto es imposible desde el punto de vista clínico, por eso una de las interrogantes principales cuando se analiza la exactitud es cuanto es la tolerancia que permite el sistema implante-pilar para no generar complicaciones a largo plazo. Algunos autores consideran la tolerancia del maquinado de los componentes como parte de la compensación, múltiples valores de desajuste se han propuesto como aceptables.

Según Bränemark la tolerancia de las discrepancias no debe superar las 10 micras, pero para otros autores el intervalo de tolerancia se sitúa entre las 30 y 150 micras, valores que se consideran aceptados, de igual manera la cantidad exacta de estrés que soporta el hueso peri-implantar es aún desconocida. Un desajuste mayor que 450 micras no es considerado aceptable. (25)

Generalmente las discrepancias generadas con los EIO no superan esos valores, por lo que podríamos considerarlas fiables.

Evaluando el trabajo de Pesce y col (2018) vemos que los desajustes encontrados mediante el test de Sheffield en las estructuras fabricadas entran dentro de los rangos aceptables (2 a 47 micras). Aunque en ningún trabajo especifica en cual sentido son aceptables los desajustes, es razonable que las fuerzas laterales generadas por los desajustes son las que generan más problemas. En este sentido tenemos la revisión sistemática de Rutkūnas que muestra una desviación de menos de 100 micras en los EIO de última generación. (2)

Está demostrado que en cuanto a impresiones convencionales la técnica de cubeta abierta con ferulización de las cofias utilizando poliéter o polivinilsiloxano es la mejor opción y es utilizada como patrón de oro por los autores, sin embargo el trabajo de Menini y col (2018) mostró que las impresiones digitales tuvieron menores desviaciones que las impresiones convencionales comparadas con el modelo maestro, además de que consideran que estas desviaciones son más predecibles.

Consideran que la deformación en las impresiones convencionales es inevitable y poco predecible, pero si analizamos la literatura lo mismo sucede con las impresiones digitales, que muestra resultados variables incluso en la precisión de los escaneados (repetitividad). Además existen muchos factores en común entre los dos tipos de impresión que afectan de alguna manera los resultados (saliva, sangrado, posición del implante, tejidos blandos, distancia entre implantes).

Vimos en cuanto a la angulación de los implantes, que no afecta la exactitud de la transferencia digital incluso con valores que llegan a los 45° no sucediendo lo mismo con las impresiones convencionales, que con angulaciones muy acentuadas puede generarse distorsión durante el retiro de la impresión. A pesar de que existen protocolos con implantes angulados habitualmente no se llega a esas angulaciones en rehabilitaciones de arcada total.

Como toda técnica, el manejo del EIO tiene una curva de aprendizaje y los autores analizados coinciden en que la experiencia del operador no influye en el resultado final, al contrario que lo que sucede con las impresiones convencionales. Un operador poco experimentado en el manejo clínico logra los mismos resultados que un profesional con larga trayectoria clínica con los EIO, y además se familiarizan más con ésta técnica desde el inicio teniendo más dificultades en el aprendizaje de las técnicas convencionales. La curva de aprendizaje con el EIO es más corta y reponerse de los errores es más rápido y menos engorroso, es decir los reescaneados se realizan rápidamente. Esto quedó demostrado en el trabajo de Lee y Col (2013) en cuanto a la percepción de los profesionales en relación a la técnica.

Más allá de que no se trata de una carrera contra el tiempo, aparentemente los EIO llevan la ventaja en alguna situación clínica, sobre todo relacionadas a la

implantología. Si bien es más ágil el tema de los re escaneados, en algunos casos el tiempo de trabajo comparado con las técnicas convencionales es mayor, es decir depende de la situación clínica a resolver, el tiempo de escaneado de una boca completa para diagnóstico en ortodoncia es mayor que cuando se utilizan impresiones convencionales, sin embargo en implantología el trabajo de Gherlone y col. (2016) mostró mejores tiempos con los EIO a pesar de que en este grupo hubo que re escanear algún paciente. (17) Más que una ventaja en el tiempo de trabajo total, la ventaja estaría desde mi parecer en la facilidad con la que se puede repetir el procedimiento, dejando de lado el engorroso trabajo de desmontaje, montaje y ferulización cuando debemos repetir una impresión convencional. Con los scan body en posición podemos repetir la impresión las veces necesarias hasta lograr el resultado deseado.

El punto más interesante que surgió de esta revisión que desde mi punto de vista es el más importante y que podría explicar el motivo de las desviaciones encontradas en la transferencia de implantes en arcadas totales es la distancia entre los implantes. Como dijimos anteriormente implantes unitarios y brechas de 2 o 3 implantes habitualmente no son problemáticas, sin embargo cuando se realiza un escaneado de arcada total se demostró que a mayor distancia entre implantes mayor distorsión lineal, es decir, la relación entre ellos se ve afectada, a pesar de esto, este punto no es fue profundamente analizado en la literatura actualmente, además de cómo se dijo anteriormente son estudios realizados in vitro. A pesar de esto los trabajos clínicos analizados aunque no diseñados específicamente para analizar este punto muestran buenos resultados incluso con pocos implantes para rehabilitar una arcada total. (9) (17)

Por último, existen en el mercado diferentes marcas de EIO todas prometedoras de cumplir cada vez más funciones (toma de color, diagnóstico para ortodoncia, detección de caries, etc), pero todavía sigue siendo una incógnita cual o cuales son las más apropiadas para realizar un escaneo de arcada total sobre implantes con la mejor exactitud. No se encontró ningún estudio clínico que compare marcas al respecto, sin embargo analizando la literatura revisada vemos que los autores llegan a la misma conclusión con pequeñas variaciones, Di Fiore y col (2019) colocan a True Definition (3M ESPE) y Trios 3 (3Shape) con la mejor exactitud.

En el mismo sentido Imburgia y col (2017) concluyeron que CS3600 (Carestream), Cerec Omnicam (Sirona) y Trios 3 (3Shape) no presentan diferencias significativas entre ellos al escanear un modelo desdentado total en cuanto a la precisión. Trios 3 (3Shape) fue el único que no presentó diferencias significativas al escanear un modelo desdentado total o parcial.

## 7) CONCLUSIONES

La digitalización en los tratamientos odontológicos, especialmente la toma de impresiones digitales se está transformando en una herramienta cada vez más indispensable a la hora de rehabilitar un paciente, hablando exclusivamente desde el punto de vista práctico (técnico) tiene la ventaja de simplificar la ecuación ensayo-error al hacerla más predecible y fácilmente reversible, es decir, es muy fácil equivocarse, pero también es muy fácil y más rápido solucionar el error. Pongamos el ejemplo de que en medio del escaneado le da náuseas al paciente, cortamos el procedimiento, reseteamos la máquina y volvemos a comenzar, el que nunca desarmó una impresión convencional que salió mal para volver a tomarla es un afortunado. Si bien algunos autores no recomiendan el uso de EIO para escaneo de arcadas totales sobre implantes, y que no se ha logrado aún encontrar o solucionar la causa que genera las distorsiones, los resultados son alentadores, la tecnología avanza a un ritmo increíble y seguramente estos problemas van a quedar en el pasado rápidamente porque parecen estar más asociados a la manera en que los software captan y procesan las imágenes que a factores externos relacionados al paciente o al operador.

Desde mi punto de vista y en base a la bibliografía estudiada es necesario comenzar a utilizar los EIO para realizar rehabilitaciones totales sobre implantes en los casos que la rehabilitación lo requiera, es decir, sabiendo que a la distancia entre los implantes es un factor influyente importante, evitar las restauraciones de arcada total con pocos implantes, algo poco frecuente en nuestra formación. Ya sabemos que las impresiones convencionales logran buenos resultados y podemos volver a ellas cuando este método falla.

Sería bueno analizar el hecho de la ferulización de los scan body como lo realizó Cappare en su estudio clínico.

## 8) BIBLIOGRAFÍA

1. Kim , Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clinical Oral Implant Research*. 2005 Feb; 15: p. 26-35.
2. Rutkunas V, Geciauskaite A, Jegelevicius D, Vaitiekunas M. Accuracy of digital implant impressions with intraoral scanners. A systematic review. *European Journal of Oral Implantology*. 2017; 10(1): p. 101-120.
3. Papaspyridakos P, Gallicci G, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clinical Oral Implant Research*. 2016 Apr ; 27(4): p. 465-72.
4. Baig MR. Multi-unit implant impression accuracy: A review of the literature. *Quintessence International*. 2014 Jan; 45(1): p. 39-51.
5. Papaspyridakos P, Chen CJ, Gallucci GO, Doukoudakis A, Weber HP, Chronopoulos V. Accuracy of implant impressions for partially and completely edentulous patients: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2014 Jul-Aug; 29(4): p. 836-45.
6. Baig MR. Accuracy of impressions of multiple implants in the edentulous arch: a systematic review. *The international Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2014 Jul-Aug; 29(4): p. 869-80.
7. Heckmann S, Karl M, Wichmann M, Winter W, Graef F, Taylor T. Cement fixation and screw retention: parameters of passive fit. An in vitro study of three-unit implant-supported fixed partial dentures. *Clinical Oral Implant Research*. 2004 Aug; 15(4): p. 466-73.
8. Pesce P, Pera F, Setti P, Menini M. Precision and Accuracy of a Digital Impression Scanner in Full-Arch Implant Rehabilitation. *International Journal of Prosthodontics*. 2018 Mar-Apr; 31(2): p. 171-75.
9. 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. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019 Mar; 16(5).
10. Menini , Setti , Pera F, Pera P, Pesce P. Accuracy of multi-unit implant impression: traditional techniques versus a digital procedure. *Clinical Oral Investigations*. 2018 Abril 1253-1262; 22(3).
11. Alikhasi M, Siadat H, Nasirpour A, Hasanzade M. Three-Dimensional Accuracy of Digital Impression versus Conventional Method: Effect of Implant Angulation and Connection Type. *International Journal of Dentistry*. 2018 Jun; 2018(4).

12. Yi Tan , Hui Xin Yee , Mun Wong , Han Tan , Beng Choon Tan. Comparison of Three-Dimensional Accuracy of Digital and Conventional Implant Impressions: Effect of Interimplant Distance in an Edentulous Arch. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2019 Mar/Abr; 34(2): p. 366-380.
13. Kamimura E, Tanaka S, Takaba M, Tachi K, Baba K. In vivo evaluation of inter-operator reproducibility of digital dental and conventional impression techniques. *PloS One*. 2017 Jun; 12(6).
14. Giménez B, Paradés 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. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2015 Jan-Feb; 30(1): p. 56-64.
15. Lee SJ, MacArthur IV RX, Gallucci GO. An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013 Nov; 110(5): p. 420-3.
16. Sailer , Mühlemann , Fehmer , Hämmerle CHF, Benic GI. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part I: Time efficiency of complete-arch digital scans versus conventional impressions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2019 Enero; 121(1): p. 69-75.
17. Gherlone , Cappare , Vinci , Ferrini , Gastaldi G, Crespi. Conventional Versus Digital Impressions for "All-on-Four" Restorations. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2016 Mar-Abr; 31(2).
18. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*. 2014 Jan; 14(10).
19. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *Journal of prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontics*. 2018 Jan; 21(1): p. 35-41.
20. Gallardo YR, Bohner L, Tortamano P, Pigozzo MN, Laganá DC, Sesma N. Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional impressions: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018 Feb; 119(2): p. 214-219.
21. Flügge TV, Att , Metzger MC, Nelson. Precision of Dental Implant Digitization Using Intraoral Scanners. *The International Journal of Prosthodontics*. 2016 May-Jun; 29(3): p. 277-283.
22. Di Fiore , Meneghello , Graiff , Savio , Vigolo , Monaco , et al. Full arch digital scanning systems performances for implant-supported fixed dental prostheses: a comparative study of 8 intraoral scanners. *Journal of Prosthodontic Research*. 2019.

23. Imburgia , Logozzo , Hauschild , Veronesi , Mangano , Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. BMC oral Health. 2017 Jun; 17(1).
24. Alsharbaty MH, Alikhasi M, Zerrati S, Shamshiri AR. A clinical comparative study of 3-dimensional accuracy between digital and conventional implant impression techniques. Journal of Prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontics. 2019 Apr; 28(4).
25. Rech-Ortega C, Fernández-Estevan L, Solá-Ruiz MF, Agustín-Panadero R, Lobaig-Rueda C. Comparative in vitro study of the accuracy of impression techniques for dental implants: Direct technique with an elastomeric impression material versus intraoral scanner. Medicina oral, patología oral y cirugía bucal. 2019 Jan; 24(1).

## 9) AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, Ángel por su dedicación al guiarme con sus aportes y correcciones durante la realización de este trabajo.

Al Prof. Dr. Pablo Pebé a la Dra. Adriana Ramos y Dr. Diego Imas, mis docentes de la clínica, y a todos los demás docentes que participaron de mi formación directa e indirectamente.