

**DOI:** 10.29166/odontologia.vol21.n2.2019-39-50

**URL:** <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/2060>



**ODONTOLOGÍA**

**ARTÍCULO CIENTÍFICO**

**Uso de un JIG de verificación para determinar la posición de los implantes dentales en modelos impresos en 3D**

**Correcting the implant position in 3D printed models by means of verification JIG**

**JIG de verificação para determinar a posição de implantes dentários em modelos impressos em 3D**

***Iván García Merino<sup>1</sup>, Lauren Oliveira Lima Bohner<sup>2</sup>, Claudio Mendes Pannuti<sup>3</sup>, Fernando Iga<sup>2</sup>, Pedro Tortamano Neto<sup>2</sup>***

**RECIBIDO:** 18/12/2018 **ACEPTADO:** 29/03/2019 **PUBLICADO:** 01/07/2019

1. PhD Profesor de la Facultad de Odontología, Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador.
2. Departamento de Prótesis; Facultad de Odontología; Universidad de Sao Paulo; Sao Paulo; Brasil.

**CORRESPONDENCIA**

**Iván García Merino**  
Universidad Central del Ecuador;  
Facultad de Odontología

[irgarcia@uce.edu.ec](mailto:irgarcia@uce.edu.ec)

## RESUMEN

**Objetivo:** El propósito de este estudio fue evaluar el uso de un jig de verificación para corregir la posición de los implantes dentales en un modelo impreso en 3D y comparar su precisión con los modelos dentales obtenidos por impresión convencional. **Materiales y métodos:** Se instalaron tres implantes dentales en un modelo maxilar dentado parcial y se obtuvieron moldes dentales ( $n = 10$ ) mediante impresiones convencionales y digitales. Se usó una plantilla de verificación para determinar la posición del implante en el modelo impreso en 3D y su precisión se comparó con el molde convencional. **Resultados:** Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba post hoc a un nivel de significancia de  $p \leq 0.05$ . Se encontró un error de medición estadísticamente mayor ( $p \leq 0.05$ ) para los modelos impresos en 3D en comparación con los modelos convencionales, con una diferencia media de  $47 \mu\text{m}$ . **Conclusión:** El uso de un jig de verificación para colocar implantes dentales en un modelo impreso en 3D mostró mayores discrepancias en comparación con las impresiones convencionales.

**Palabras clave:** Implantes dentales; impresión tridimensional; técnicas de impresión dental; precisión de la medición dimensional.

## ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this study was to assess the use of a verification jig to correct the position of dental implants in a 3D printed model and to compare its accuracy with dental casts obtained by conventional impression. **Materials and methods:** Three dental implants were installed in a partial dentate maxillary model and dental casts ( $n=10$ ) were obtained by conventional and digital impressions. A verification jig was used to determine the implant position into the 3D printed model and its accuracy was compared with conventional cast. **Results:** Data were analyzed by within ANOVA and post hoc test at a significance level of  $p \leq 0.05$ . A statistically higher measurement error ( $p \leq 0.05$ ) was found for 3D printed models in comparison with conventional models, with a mean difference of  $47 \mu\text{m}$ . **Conclusion:** The use of verification jig for positioning dental implants in a 3D printed model

**Keywords:** Dental implants; three-dimensional printing; dental impression technique; dimensional measurement accuracy.

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar o uso de um jig de verificação para corrigir a posição dos implantes dentários em um modelo impresso em 3D, e comparar sua precisão com os modelos dentários obtidos pela impressão convencional. **Materiais e métodos:** Três implantes dentários foram instalados em um modelo maxilar parcialmente dentado e os moldes dentários ( $n = 10$ ) foram obtidos por impressões convencionais e digitais. Um modelo de verificação foi usado para determinar a posição do implante no modelo impresso em 3D e sua precisão foi comparada com o molde convencional. **Resultados:** Os dados foram analisados por ANOVA e teste post hoc com nível de significância de  $p \leq 0,05$ . Foi encontrado um erro de medição estatisticamente maior ( $p \leq 0,05$ ) para os modelos impressos em 3D em comparação aos modelos convencionais, com uma diferença média de  $47 \mu\text{m}$ . **Conclusão:** O uso de um jig de verificação para colocação de implantes dentários em um modelo impresso em 3D mostrou maiores discrepâncias em relação às impressões convencionais.

**Palavras-chave:** Implantes dentários; impressão tridimensional; técnicas de impressão dentária; precisão da medição dimensional.



## Introducción

El ajuste pasivo es una de las características más importantes para garantizar la estabilidad a largo plazo de las prótesis implantadas, ya que un desajuste puede provocar fallas mecánicas y biológicas o incluso la pérdida del implante<sup>1</sup>. Por lo tanto, una transferencia precisa de la cavidad oral al modelo de yeso es la clave para obtener el éxito clínico<sup>2,3</sup>.

El modelo de yeso obtenido mediante impresión convencional se considera apropiado para procedimientos de laboratorio, siempre que la posición y la angulación de los implantes dentales se determinen con precisión<sup>4</sup>. Sin embargo, varios factores pueden influir en el resultado final de la fabricación de modelos dentales. Aunque la literatura habla de una mayor precisión para la técnica de ferulizado, durante la fabricación del modelo de yeso pueden producirse desplazamientos de los componentes y cambios dimensionales del material de impresión<sup>5,6</sup>.

Las técnicas CAD-CAM permiten la transferencia de implantes dentales de una manera más rápida y sencilla en comparación con los procedimientos convencionales<sup>7-9</sup>. Mediante la impresión digital, se generan modelos virtuales y permiten no solo el diseño virtual de restauraciones, sino también el fresado de pilares personalizados y prótesis con implantes<sup>10</sup>. En situaciones específicas en las que se requiere un flujo de trabajo digital completo, se fabrica un modelo fresado o impreso, que permite verificar la relación oclusal, los contactos proximales, el ajuste marginal y la forma de la restauración antes de la prueba en la boca del paciente<sup>8,11,12,13</sup>.

Estos modelos presentan una mayor durabilidad y resistencia a las alteraciones en comparación con los modelos de yeso<sup>7,9,12</sup>. Sin embargo, su precisión depende de la calidad del escaneo, que, a su vez, sigue siendo controvertido<sup>14-16</sup>. Además, también pueden introducirse defectos geométricos

## Introduction

Passive fit is one of the most important features to ensure a long-term stability of implant-supported prostheses, since a misfit may result in mechanical and biological failures or even implant loss<sup>1</sup>. Thus, an accurate transfer from oral cavity to the cast is the key to obtain the clinical success<sup>2,3</sup>.

The gypsum cast obtained by means of conventional impression is considered appropriate for laboratorial procedures, provided that the position and angulation of dental implants are accurately determined<sup>4</sup>. However, several factors may influence the final result of dental models manufacturing. Although studies reported a higher accuracy for splinting technique, displacement of components and dimensional changes of impression material may occur during the stone cast fabrication<sup>5,6</sup>.

CAD-CAM techniques allows the transfer of dental implants in a faster and simple way in comparison with conventional procedures<sup>7-9</sup>. By means of digital impression, virtual models are generated and enable not only the virtual design of restorations, but also the milling of custom abutments and implant-supported prostheses<sup>10</sup>. In specific situations on which a whole digital workflow is required, a milled or printed model is fabricated, which allows checking the occlusal relationship, proximal contacts, marginal fit and shape from restoration before try-in in patient's mouth<sup>8,11,12,13</sup>.

These models present a higher durability and resistance to alterations in comparison with stone casts<sup>7,9,12</sup>. However, their accuracy relies on the quality of scanning, which, in turn, is still controversial<sup>14-16</sup>. Furthermore, geometric defects may also be





en el modelo final debido al proceso de fabricación, lo que resulta en discrepancias con respecto a la transferencia de posición de los implantes<sup>11,17</sup>. Lee y cols., 2015<sup>11</sup>, mostraron una discrepancia en la posición del implante de los modelos fresados debido al proceso de posicionamiento manual del implante.

En el caso de un modelo inexacto, el uso de un jig de verificación se preconizó para verificar y corregir un modelo de poliuretano fresado de pacientes edéntulos<sup>6,18-21</sup>. Sin embargo, para la fabricación de prótesis dentales parciales fijas, aún no se evaluó el uso del jig de verificación. El presente estudio propuso el uso de un jig de verificación para corregir la posición del implante en un modelo de un dentado parcial impreso en 3D, la precisión de la técnica se evalúa y compara con la impresión convencional.

## Materiales y métodos

### Modelo maestro

Se hizo un modelo maxilar dentado parcial con resina epoxi y que se usó como modelo maestro (MM). Se instalaron implantes dentales de 3.5 x 8.5 mm (SW Morse, S.I.N. Implant System, São Paulo, Brasil) en los sitios de incisivos laterales (22), premolares (24) y molares (26). Se tomaron impresiones (n=10) del modelo utilizando técnicas convencionales y digitales.

### Modelos convencionales (MC)

Para la impresión convencional, se eligió una técnica de impresión con cofias y se realizó en un ambiente con temperatura controlada (23°C), se repitieron los mismos procedimientos para cada impresión. Con este propósito, se hicieron diez cubetas individuales con resina acrílica (JET, Clásico, São Paulo, Brasil). Antes de cada impresión, las cofias de cubeta abierta se fijaron en los implantes, y luego se conectaron y ferulizaron entre sí usando hilo dental y resina acrílica autopolimerizable (Dencrilay, Dencril, Pirassununga, Brasil). Después de la polimerización del material, la férula se

introduced on the final model due to the manufacturing process, resulting in discrepancies with regard to the implants position transference<sup>11,17</sup>. Lee and cols., 2015<sup>11</sup>, showed a discrepancy in implant position of milled models due to the manual implant positioning process.

In case of an inaccurate model, the use of a verification jig was preconized to verify and correct a milled polyurethane cast of edentulous patients<sup>6,18-21</sup>. For the fabrication of partial fixed-dental prosthesis, however, the use of verification jig was not yet assessed. The present study proposed the use of a verification jig to correct the implant position in a partial dentate 3D printed model. The accuracy of the technique is assessed and compared with the conventional impression.

## Materials and methods

### Master model

An partial dentate maxillary model was made with epoxy resin and used as master model (MM). Dental implants 3.5x8.5 mm (SW Morse, S.I.N. Implant System, São Paulo, Brazil) were installed at the sites of lateral incisor (22), pre-molar (24) and molar teeth (26). Impressions (n=10) were taken from the model using conventional and digital techniques.

### Conventional models (CM)

For conventional impression, a pick-up impression technique was chosen and performed in a temperature-controlled environment (23°C), such as the same procedures were repeated for each impression. With this purpose, ten individual trays were made with acrylic resin (JET, Clássico, São Paulo, Brazil). Prior to each impression, open tray impression copings were fixed into the implants, and then connected and splinted to each other using dental floss and autopolymerizing acrylic resin (Dencrilay, Dencril, Pirassununga, Brazil). After the polymerization of ma-





seccionó usando una fresa de diamante y se volvió a unir con la misma resina acrílica. Se manipuló un material de polivinil siloxano pesado (Futura AD, DFL, Jacarépagua, Brasil) de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se colocó en las cubetas simultáneamente con el material ligero. Después de retirar la impresión, se insertaron análogos en las cofias de impresión y se procedió a vaciar con yeso piedra dental (Tipo IV, Durone, Dentsply, Petrópolis, Brasil), que se mezcló mecánicamente usando un mezclador al vacío (Wehmer, Illinois, EE. UU.) Durante 30 segundos.

### **Modelos digitales (MD)**

Para la impresión digital, se colocaron pilares escaneables sobre los implantes y el escaneo se realizó diez veces con un escáner óptico (DentalWings 7series, Montreal, Canadá). Los archivos STL se importaron al software dental (DWos 3.8, DentalWings, Montreal, Canadá) para producir modelos digitales por medio de una impresora 3D (Envisiontec, Gladbeck, Alemania). El modelo impreso en 3D se fabricó con un orificio en la ubicación de cada implante dental para permitir que el análogo se encaje en el modelo.

Después, se utilizó un jig de verificación (adaptado de Di Vitale et al., 2009<sup>21</sup>) para transferir la posición del implante del modelo maestro al modelo impreso en 3D. Luego de realizado este procedimiento, se insertaron cofias de impresión de cubeta abierta en los implantes y se conectaron con hilo dental y resina acrílica (Dencrylay, Dencryl, Pirassununga, Brasil). Para garantizar un ajuste óptimo, el jig se seccionó y los segmentos separados se volvieron a conectar utilizando la técnica Nealon (**figura 1A**). Posteriormente, se hizo una base de soporte de material de polivinil siloxano conectando los implantes a los dientes adyacentes para estabilizar la plantilla de verificación (**figura 1B**). Después, la plantilla se separó del modelo maestro y se conectaron los análogos.

terial, the splint was sectioned using a diamond bur and rejoined with the same acrylic resin. A heavy polyvinyl siloxane material (Futura AD, DFL, Jacarépagua, Brazil) was manipulated according to the manufacturer instructions and placed into the trays simultaneously with the the light material. After impression removal, analogs were inserted into the impression copings and the impression was poured with dental stone (Type IV, Durone, Dentsply, Petrópolis, Brazil), which was mechanically mixed using a vacuum spatulator (Wehmer, Illinois, USA) for 30 seconds.

### **Digital models (DM)**

For digital impression, scannable abutments were positioned over the implants and the scan was performed ten times using an optical scanner (DentalWings 7series, Montreal, Canada). The STL files were imported to the dental software (DWos 3.8, DentalWings, Montreal, Canada) to produce digital models by means of a 3-D printer (Envisiontec, Gladbeck, Germany). The 3D printed model is fabricated with a hole on the location of each dental implant to allow the analog to be snapped into the model.

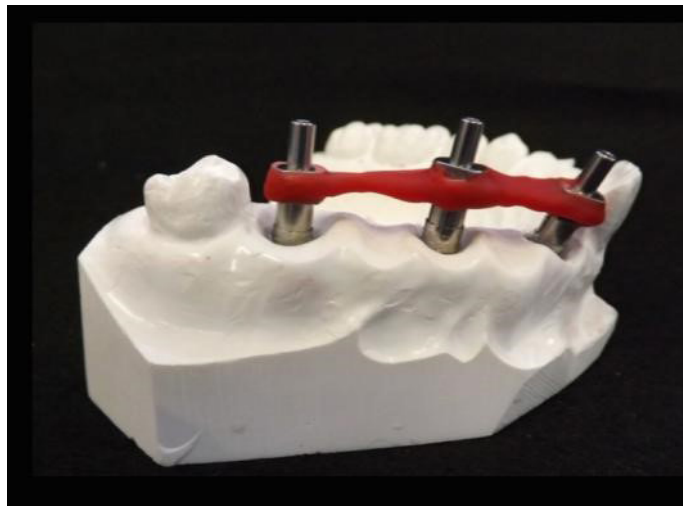
After, a verification jig device (adapted from Di Vitale et al., 2009<sup>21</sup>) was used to transfer the implant position from the master model to the 3D printed model. With this regard, open tray impression copings were inserted into the implants and connected by dental floss and acrylic resin (Dencrylay, Dencryl, Pirassununga, Brazil). In order to ensure an optimal fit, the jig was sectioned and the separate segments were reconnected using the Nealon technique (**figure 1A**). Subsequently, a support base of polyvinyl siloxane material was made connecting the implants to the adjacent teeth in order to stabilize the verification jig (**figure 1B**). After, the jig was detached from the master model and analogs were connected to it.





Para ilustrar una situación en la que los análogos se están reubicando por medio de un jig de verificación, cada orificio del modelo impreso en 3D se abocardó en su parte interna utilizando una fresa cilíndrica, de modo que los análogos pudieran colocarse sin interferencia de la resina. Después, el jig de verificación se colocó sobre el modelo prototipo hasta la adaptación de los análogos. El orificio abocardado se rellenó con resina acrílica para unir los análogos al modelo (**figuras 1C**). Se repitió el mismo procedimiento para cada modelo.

In order to illustrate a situation on which the analogs are being repositioned by means of a verification jig, each hole from the 3D printed model was expanded in their inner part using a cylindrical bur, so that the analogs could be positioned without interference of the resin material. After, the verification jig was positioned over the prototyped model until the adaptation of the analogs. The enlarged hole was filled with acrylic resin in order to attach the analogs to the model (**figures 1C**). The same procedure was repeated to each model.



**Figura 1A.** Férula de implantes del molde maestro; Implant splint of the master mold.



**Figura 1B.** Base de soporte de material de polivinil siloxano adaptado en el modelo impreso en 3D; Support base made of polyvinyl siloxane material adapted in the 3D printed model.





**Figura 1C.** Modelo impreso en 3D después del posicionamiento de los implantes; 3D printed model after implant positioning.

### **Procedimiento de medición**

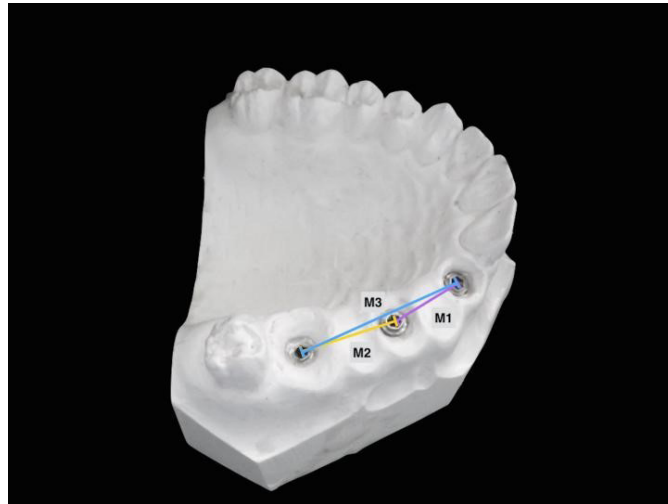
Se usó una máquina de medición de coordenadas (ZMC 550, Zeiss, Jena, Alemania) para determinar la distancia entre los implantes dentales 22-24 (M1), 24-26 (M2) y 22-26 (M3), como se muestra en la figura 2. La máquina presenta un error de medición de 4  $\mu\text{m}$ , determinada según el EA-4/02 (1999). Todas las mediciones se realizaron en un ambiente controlado con una temperatura de  $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$  y una humedad relativa del  $50 \pm 10\%$ .

El modelo maestro se midió 5 veces y la media obtenida de las mediciones se determinaron como "mediciones reales", mientras que los modelos impresos en 3D y convencionales se midieron solo una vez. La precisión de la posición de los implantes se registró como la diferencia entre los valores de distancia determinada por los modelos de prueba y la media determinado por el modelo maestro (Medición del modelo evaluado - Medición del modelo maestro), denominado error de medición.

### **Measurement procedure**

A coordinate measuring machine (ZMC 550, Zeiss, Jena, Germany) was used to determine the distance between dental implants 22-24 (M1), 24-26 (M2) and 22-26 (M3), as shown in figure 2. The machine presents a measurement uncertainty of 4  $\mu\text{m}$ , determined according to the EA-4/02 (1999). All measurements were performed at a controlled environment with a temperature of  $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$  and humidity  $50 \pm 10\%$ .

The master model was measured 5 times, and the mean values of measurements were determined as "real measurements", whereas the conventional and 3D printed models were measured only once. The accuracy of implants position was registered as the difference between the distance values determined by the test models and the one determined by the master model (Measurement from evaluated model - Measurement from master model), named as measurement error.



**Figura 2.** Distancia entre los implantes 22-24 (M1), 24-26 (M2) y 22-26 (M3) medidos por una máquina de medición de coordenadas; Distance between implants 22-24 (M1), 24-26 (M2) and 22-26 (M3) measured by a coordinate measuring machine.

### **Análisis estadístico**

Los datos se analizaron estadísticamente utilizando el software SPSS Statistics 22.0 (IBM, Armonk, EE. UU.). Se realizaron pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene para evaluar la diferencia con la curva normal y la homogeneidad de la varianza, respectivamente. Como los datos atendieron a los requisitos, las estadísticas descriptivas se presentaron como media  $\pm$  desviación estándar. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y prueba post hoc para comparaciones por pares con un nivel de significación estadística en  $p \leq 0.05$ .

### **Resultados**

La posición de los implantes dentales mostró un error de medición estadísticamente mayor ( $p \leq 0.05$ ) para los modelos impresos en 3D en comparación con los modelos convencionales, con una diferencia media de  $47 \mu\text{m}$ . Hubo una interacción significativa entre el tipo de modelo y la ubicación de la medición, en la cual M2 ( $70 \pm 16 \mu\text{m}$ ) mostró errores de medición más bajos en comparación con M1 ( $136 \pm 10 \mu\text{m}$ ) y M3 ( $155 \pm 20 \mu\text{m}$ ). Al analizar los datos por separado, M3 difirió estadísticamente entre los modelos convencionales y digitales, como se muestra en la **tabla 1**.

### **Statistical analysis**

Data were statistically analyzed using the software SPSS Statistics 22.0 (IBM, Armonk, USA). Kolmogorov-Smirnov and Levene tests were performed in order to evaluate the adherence to the normal curve and homogeneity of variance, respectively. As data attended to the requisites, descriptive statistics was presented as mean  $\pm$  standard deviation. Statistical analysis was performed by Within ANOVA and post hoc test for pairwise comparisons with a statistical significance level at  $p \leq 0.05$ .

### **Results**

The position of dental implants showed a statistically higher measurement error ( $p \leq 0.05$ ) for 3D printed models in comparison with conventional models, with a mean difference of  $47 \mu\text{m}$ . There was significant interaction between the model type and the location of measurement, on which M2 ( $70 \pm 16 \mu\text{m}$ ) showed lower measurement errors in comparison with M1 ( $136 \pm 10 \mu\text{m}$ ) and M3 ( $155 \pm 20 \mu\text{m}$ ). When analyzing data separately, M3 statistically differed between conventional and digital models, as shown in **table 1**.





**Tabla 1.** Media  $\pm$  desviación estándar e intervalo de confianza del 95% (IC 95%) ( $\mu\text{m}$ ) de los errores de medición de los modelos convencionales (CM) y digitales (DM) en M1, M2 y M3; Mean  $\pm$  standard deviation and 95% confidence interval (95% CI) ( $\mu\text{m}$ ) of the measurement errors of conventional (CM) and digital (DM) models in M1, M2 and M3.

|         | M1            |         | M2            |         | M3             |          | p-value     |
|---------|---------------|---------|---------------|---------|----------------|----------|-------------|
|         | Mean $\pm$ SD | 95% CI  | Mean $\pm$ SD | 95% CI  | Mean $\pm$ SD  | 95% CI   |             |
| CM      | 129 $\pm$ 80  | 71; 186 | 68 $\pm$ 47   | 34; 101 | 95 $\pm$ 100   | 22; 167  | $\geq 0.05$ |
| DM      | 142 $\pm$ 59  | 99; 184 | 77 $\pm$ 43   | 45; 108 | 214 $\pm$ 71*† | 163; 264 | $\leq 0.05$ |
| p-value | $\geq 0.05$   |         | $\geq 0.05$   |         | $\leq 0.05$    |          |             |

\*significancia estadística en línea horizontal.

†significancia estadística en línea vertical.

## Discusión

Se sugirió el uso de un jig de verificación para colocar los implantes dentales en un modelo impreso en 3D. Se esperaba que el método pudiera ser una forma simple y rápida de corregir la posición del implante cuando se observa alguna discrepancia en los modelos impresos. La principal desventaja de la técnica es la necesidad de procedimientos intraorales, que requieren componentes del implante adicionales y mayor número de citas<sup>6</sup>.

De acuerdo con la definición de veracidad y precisión descrita en GÜth et al., 2013<sup>14</sup>, se supuso que la plantilla de verificación permitía una alta precisión, ya que los bajos valores de desviación estándar predicían la cercanía entre mediciones independientes. Sin embargo, la precisión, con el modelo verdadero, se vio afectada por la técnica cuando los implantes se separaron en distancias mayores (M3). De La Cruz et al., 2002<sup>20</sup>, mostraron una precisión similar entre los implantes posicionados por el jig de verificación y las técnicas de impresión convencionales.

Sin embargo, se ha recomendado el uso de un jig de verificación para eliminar un desajuste entre los implantes dentales cuando

## Discussion

The use of a verification jig was suggested to position dental implants into a 3D printed model. It was expected that the method could be a simple and fast way to correct the implant position when any discrepancy is observed in the printed models. The main disadvantage of the technique is the need of intra-oral procedures, which require additional implant components and additional consultations<sup>6</sup>.

According to the definition of trueness and precision described in GÜth et al., 2013<sup>14</sup>, it was assumed that the verification jig allowed a high precision, as the low standard deviation values predicted closeness between independent measurements. However, the trueness, or closeness of agreement to the true model, was affected by the technique when the implants were separated by greater distances (M3). De La Cruz et al., 2002<sup>20</sup>, showed a similar accuracy between implants positioned by verification jig and conventional impression techniques.

Nevertheless, the use of verification jig has been recommended to eliminate a misfit among dental implants when these





se unen<sup>18,19</sup>. Se usa comúnmente para registrar la posición de los implantes y corregir un procedimiento de fundición tanto para el modelo edéntulo total<sup>21</sup> como parcial<sup>20</sup>. Como técnica de indexación, permite grabar intraoralmente y copiar la relación exacta de los implantes en un modelo maestro<sup>20</sup>.

Las imprecisiones en el modelo maestro pueden llevar a la necesidad de ajustes intraorales de restauraciones definitivas o incluso afectar el ajuste pasivo de la superestructura<sup>21</sup>. Un desajuste, a su vez, daría lugar a una mayor susceptibilidad a complicaciones mecánicas, como aflojamiento de tornillos y fracturas de componentes<sup>20</sup>. Cuando se toma en cuenta el proceso digital, se pueden atribuir diferentes fuentes de errores a la cadena de proceso<sup>17,22,25</sup>. Por ejemplo, las discrepancias pueden estar relacionadas con la falta de referencia durante el escaneo y la adquisición de imágenes, ya que la superposición de imágenes puede producir un error inherente<sup>26</sup>. Estudios previos informaron la influencia de los parámetros del implante dental en el proceso de exploración<sup>27-29</sup>. Giménez et al., 2015<sup>15</sup>, informaron que la precisión de la posición de los implantes en los modelos digitales se vio afectada por el proceso de digitalización, especialmente en implantes separados por distancias mayores. Por lo tanto, la posibilidad de que las discrepancias encontradas en este estudio se vean influenciadas por el proceso digital no puede descartarse, ya que solo se encontraron para implantes separados por distancias más grandes.

Otra variable importante a considerar es el uso de materiales de impresión para transferir el jig al modelo impreso. Lin y col., 2014<sup>6</sup>, informaron que el uso de un jig de verificación se limita a los casos en los que los análogos adyacentes se colocan correctamente, de modo que puedan usarse para estabilizar el jig de verificación. Para superar esta limitación, en este estudio se aseguró la estabilización del jig adaptando una base de soporte de polivinilo siloxano a los dientes adyacentes. Sin embargo, es

are joined<sup>18,19</sup>. It is commonly used to record the position of implants and correct a cast procedure for both total<sup>21</sup> and partial edentulism<sup>20</sup>. As an indexing technique, it allows to record intraorally and copy the exact relationship of implants in a master cast<sup>20</sup>.

Inaccuracies on the master cast may lead to the need of intra-oral adjustments of definitive restorations or even affect the passive fit of frameworks<sup>21</sup>. A misfit, in turn, would result in a higher susceptibility to mechanical complications, such as screw loosening and component fractures<sup>20</sup>. When the digital process is taken into consideration, different sources of errors may be attributed to the process chain<sup>17,22-25</sup>. For instance, discrepancies may be related to the lack of reference during scanning and image acquisition, as the overlap of images may occur and result in an inherent error<sup>26</sup>. Previous studies reported the influence of dental implant parameters into the scanning process<sup>27-29</sup>. Gimenez et al., 2015<sup>15</sup>, reported that the accuracy of implants position in digital models was affected by the digitizing process, especially in implants separated by greater distances. Thus, the possibility of the discrepancies founded in this study being influenced by digital process cannot be discarded, as these were only found for implants separated by larger distances.

Another important variable to be considered is the use of impression materials to transfer the jig to the printed model. Lin et al., 2014<sup>6</sup>, reported that the use of a verification jig is limited to cases on which adjacent analogs are correctly positioned, so that they can be used to stabilize the verification jig. To overcome this limitation, in this study the stabilization of the jig was ensured by adapting a polyvinyl siloxane support base to the adjacent teeth. It is well known, however, that impression ma-





bien sabido que los materiales de impresión pueden provocar el desplazamiento de los componentes de los implantes y causar imprecisiones en el modelo maestro<sup>30</sup>.

Dentro de las limitaciones de este estudio, no se puede recomendar el uso del jig de verificación según lo determinado en el presente estudio. Es necesario mejorar la técnica que se utilizará para corregir la posición del implante en el modelo impreso en 3D.

### Conclusión

El uso del jig de verificación para colocar los implantes dentales en un modelo impreso en 3D dentado parcial mostró mayores discrepancias en comparación con las impresiones convencionales.

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a S.I.N. Sistema de implante para la donación de componentes.

### Bibliografía

1. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Oct;23(6):2-21.
2. Kim JH, Kim KB, Kim WC, Rhee HS, Lee IH, Kim JH. Influence of various gypsum materials on precision of fit of CAD/CAM-fabricated zirconia copings. *Dent Mater J* 2015 Jan;34(1):19-24.
3. de Avila ED, Barros LAB, Del'Acqua MA, Castanharo SM, Mollo FA Jr. Comparison of the accuracy for three dental impression techniques and index: an in vitro study. *J Prosthodont Res* 2013 Oct;57(4):268-74.
4. Sorrentino R, Gherlone EF, Calesini G, Zarone F. Effect of implant angulation, connection length, and impression material on the dimensional accuracy of implant impressions: an in vitro comparative study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010 May;12(1):63-76.
5. Papaspyridakos P, Hirayama H, Chen CJ, Ho CH, Chronopoulos V, Weber HP. Full-arch implant fixed prostheses: a comparative study on the effect of connection type and impression technique on accuracy of fit. *Clinical Oral Implants*

Research 2015 Sep;27(9):1099-105.

materials may lead to the displacement of implants components and cause inaccuracy on the master cast<sup>30</sup>.

Within the limitations of this study, the use of verification jig as determined in the present study cannot be recommended. There is a need of improvement of the technique to be used to correct the implant position in 3D printed model.

### Conclusion

The use of verification jig for positioning dental implants in a partial dentate 3D printed model showed greater discrepancies in comparison with conventional impressions.

### Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to S.I.N. Implant System for the implant components donation.

6. Lin WS, Harris BT, Metz MJ, Morton D. A technique for verifying and correcting a milled polyurethane definitive cast for nonsegmental implant restoration in an edentulous jaw. *J Prosthet Dent* 2014 Sep;112(3):658-62.
7. Lin W-S, Harris BT, Morton D. The use of a scannable impression coping and digital impression technique to fabricate a customized anatomic abutment and zirconia restoration in the esthetic zone. *J Prosthet Dent* 2013 Mar;109(3):187-91.
8. Lin WS, Harris BT, Zandinejad A, Morton D. Use of digital data acquisition and CAD/CAM technology for the fabrication of a fixed complete dental prosthesis on dental implants. *J Prosthet Dent* 2014 Jan;111(1):1-5.
9. Monaco C, Evangelisti E, Scotti R, Mignani G, Zucchelli G. A fully digital approach to replicate peri-implant soft tissue contours and emergence profile in the esthetic zone. *Clin Oral Implants Res* 2016 Dec;27(12):1511-1514.
10. Patel N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. *JADA* 2010 Jun;141(2):20-4.
11. Lee SJ, Betensky RA, Gianneschi GE, Gallucci GO. Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clin Oral Implants Res* 2015 Jun;26(6):715-9.





12. Lee CY, Wong N, Ganz SD, Mursic J, Suzuki JB. Use of an intraoral laser scanner during the prosthetic phase of implant dentistry: A Pilot Study. *J Oral Implantol* 2015b Aug;41(4):126-32.
13. Brawek PK, Wolfart S, Endres L, Kirsten A, Reich S. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow-the comparison of two systems. *Clin Oral Investig* 2013 Dec;17(9):2119-25.
14. Guth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013 May;17(4):1201-8.
15. Gimenez B, Ozcan M, Martinez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on active triangulation technology with blue light for implants: effect of clinically relevant parameters. *Implant Dent* 2015 Oct;24(5):498-504.
16. Persson A, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. *J Prosthet Dent* 2006 Mar;95(3):194-200.
17. Tapie L, Lebon N, Mawussi B, Fron-Chabouis H, Duret F, Attal JP. Understanding dental CAD/CAM for restorations-accuracy from a mechanical engineering viewpoint. *Int J Comput Dent* 2015;18(4):343-67.
18. Knudson RC, Williams EO, Kemple KP. Implant transfer coping verification jig. *J Prosthet Dent* 1989 May;61(5):601-2.
19. McCartney JW, Pearson R. Segmental framework matrix: master cast verification, corrected cast guide, and analog transfer template for implant-supported prostheses. *J Prosthet Dent* 1994 Feb;71(2):197-200.
20. De La Cruz JE, Funkenbusch PD, Ercoli C, Moss ME, Graser GN, Tallents RH. Verification jig for implant-supported prostheses: A comparison of standard impressions with verification jigs made of different materials. *J Prosthet Dent* 2002 Sep;88(3):329-36.
21. Vitale ND, Tung F, Goldstein G. A technique to verify or correct analogue position and soft tissue profile on an implant working cast. *J Prosthet Dent* 2009 Sep;102(3):137-40.
22. Güth JF1, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig*. 2013 May;17(4):1201-8.
23. Flügge TV1, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Sep;144(3):471-8.
24. González de Villaumbrosia P, Martínez-Rus F, García-Orejas A, Salido MP, Pradies G. In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies. *J Prosthet Dent*. 2016 Oct;116(4):543-550.
25. Akyalcin, S, Dyer, D. J, English, J. D, Sar, C. Comparison of 3-dimensional dental models from different sources: Diagnostic accuracy and surface registration analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Dec;144(6):831-7.
26. Rhee YK, Huh YH, Cho LR, Park CJ. Comparison of intraoral scanning and conventional impression techniques using 3-dimensional superimposition. *J Adv Prosthodont* 2015;7,460-7.
27. Al-Abdullah K1, Zandparsa R, Finkelman M, Hirayama H. An in vitro comparison of the accuracy of implant impressions with coded healing abutments and different implant angulations. *J Prosthet Dent*. 2013 Aug;110(2):90-100.
28. Chew AA, Esguerra RJ, Teoh KH, Wong KM, Ng SD, Tan KB. Three-Dimensional Accuracy of Digital Implant Impressions: Effects of Different Scanners and Implant Level. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017 Jan/Feb;32(1):70-80.
29. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on parallel confocal laser technology for implants with consideration of operator experience and implant angulation and depth. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014 Jul-Aug;29(4):853-62.
30. Pujari M, Garg P, Prithviraj DR. Evaluation of accuracy of casts of multiple internal connection implant prosthesis obtained from different impression materials and techniques: an in vitro study. *J Oral Implantol* 2014;40,137-45.



Iván, García  
<https://orcid.org/0000-0002-2648-378X>

Lauren, Oliveira Lima Bohner  
<https://orcid.org/0000-0003-3637-3928>



RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL  
 CC BY-NC-SA

ESTA LICENCIA PERMITE A OTROS ENTREMEZGLAR, AJUSTAR Y CONSTRUIR A PARTIR DE SU OBRA CON FINES NO COMERCIALES, SIEMPRE Y CUANDO LE RECONOZCAN LA AUTORÍA Y SUS NUEVAS CREACIONES ESTÉN BAJO UNA LICENCIA CON LOS MISMOS TÉRMINOS

