

# Distorsión tridimensional del colado de estructuras soportadas por cinco implantes

Tasneem Mitha, BDS, MDent<sup>1</sup>/C. Peter Owen, BDS, MScDent, MchD<sup>2</sup>/Dale G. Howes, BDS, MDent<sup>3</sup>

El **objetivo** de este estudio es valorar la distorsión tridimensional de un colado de arcada completa, en estructuras implantosoportadas de titanio atornilladas. Para ello se empleó un colado comercial convencional de laboratorio de una sola pieza para implementar la técnica de la cera perdida. Se fabricaron cinco patrones en un modelo maestro vaciado en escayola a partir de una impresión en yeso/escayola obtenida en cinco análogos de implantes. Para determinar el error tridimensional del colado se utilizó un microscopio *reflex*. En la distorsión entre los patrones de cera y los colados se hallaron diferencias significativas, las cuales, dada la necesidad de mantener un desajuste para la pasividad de 150  $\mu\text{m}$ , fueron mayores que las obtenidas con los patrones de cera, oscilando la cifra entre 416 y 477  $\mu\text{m}$ . La distorsión mayor se produjo en los pilares terminales de los implantes y en las dimensiones verticales, pero tal distorsión no fue congruente, lo que indicaba su naturaleza tridimensional. Existen dudas acerca de si cualquier estructura de titanio elaborada a partir de un colado convencional puede llevarse a cabo con el grado de exactitud y precisión necesarios para obtener un buen ajuste pasivo sobre los pilares dadas las múltiples variables inherentes a este proceso. *Prótesis Estomatológica* 2010;1:41-43.

The aim of this study was to assess three-dimensional distortion in cast full-arch, screw-retained titanium implant frameworks. A conventional commercial laboratory one-piece casting was used implementing the lost-wax technique. Five wax patterns were fabricated on a die-stone cast poured from a plaster impression of a five-implant brass analog. A reflex microscope was used to determine the three-dimensional casting error. Significant differences were found in distortion between wax patterns and castings, which, given the need to keep within 150  $\mu\text{m}$  of misfit for passivity, were larger than the wax frameworks by between 416 and 477  $\mu\text{m}$ . The greatest distortion occurred at the terminal implant abutments and in the vertical dimensions, but the distortion was inconsistent, indicating its three-dimensional nature. It is doubtful whether any conventionally cast titanium framework can be made to the degree of accuracy required to fit passively on its abutments because of the multiple variables inherent in this process.

Una superestructura protésica implantosoportada debería tener un ajuste pasivo cuando se conecta a múltiples pilares. Jemt<sup>1</sup> propuso que se consideraría aceptable un máximo de media vuelta de tornillo, lo que correspondería a un desajuste de 150  $\mu\text{m}$  aproximadamente. Las distorsiones en las superestructuras de los implantes tienen su origen en los procedimientos implicados en su fabricación. La valoración del ajuste incluye, por lo general, mediciones de la distorsión lineal y, hasta la fecha, no se han registrado estudios tridimensionales (3D) en estructuras de titanio de una sola pieza. Además, los valores calculados matemáticamente suelen emplearse para deducir la distorsión en 3D<sup>2</sup>. El propósito de esta investigación consistió en medir la

distorsión en 3D de estructuras de titanio de una sola pieza, coladas a partir de mediciones directas en 3D con la ayuda de un microscopio *reflex*.

## Materiales y métodos

En un laboratorio comercial un único técnico procedió al vaciado de un modelo en escayola a partir de un modelo que contenía cinco análogos de implantes (Southern Implants) y se elaboraron cinco patrones de cera estandarizados a partir de unos postes de impresión no hexagonales (SB5, Southern Implants) de UCLA. A cada estructura de cera se incorporaron tres *pins* de titanio horizontales y tres verticales, con puntos de indentación en

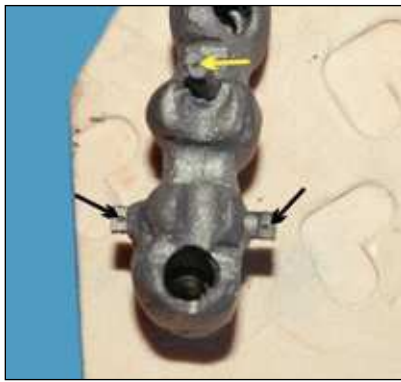
<sup>1</sup>Lecturer, Department of Prosthodontics, School of Oral Health Sciences, Faculty of Health Sciences, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa.

<sup>2</sup>Professor and Head, Department of Prosthodontics, School of Oral Health Sciences, Faculty of Health Sciences, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa.

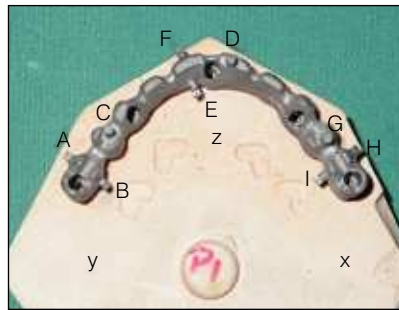
<sup>3</sup>Adjunct Professor, Department of Prosthodontics, School of Oral

Health Sciences, Faculty of Health Sciences, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa.

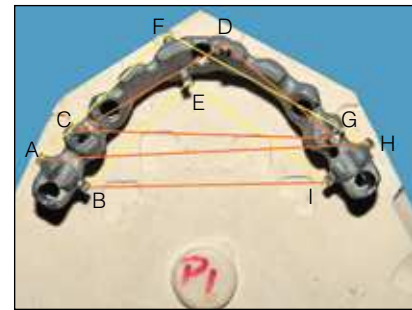
**Correspondencia:** Prof C.P. Owen, Department of Prosthodontics, School of Oral Health Sciences, Faculty of Health Sciences, University of the Witwatersrand, 7 York Rd, 2193 Parktown, South Africa. Fax: +27-86-631-6943. e-mail: Peter.Owen@wits.ac.za



**Figura 1** Las flechas señalan los puntos de indentación sobre los *pins* de referencia, identificados mediante el microscopio *reflex*.



**Figura 2** Estructura de titanio sobre el modelo maestro en el que se muestran la posición de los *pins* de referencia y los puntos.



**Figura 3** Distorsiones entre las estructuras de cera y las estructuras coladas. Las líneas de color naranja indican las diferencias estadísticamente significativas, mientras que las líneas amarillas señalan las que no lo son.

**Tabla 1** Resultados de las pruebas con la *t* de Student pareado para las mediciones de las distancias (mm)

ID	A-F	F-H	A-H	B-E	E-I	B-I	C-D	D-G	C-G
Colado-cera 1	0,845	0,097	0,433	1,699	1,133	0,615	0,381	0,381	0,597
Colado-cera 2	1,434	1,426	0,393	-0,182	0,427	0,507	0,446	0,446	0,778
Colado-cera 3	0,146	0,451	0,334	-0,502	-0,015	0,363	1,304	1,304	0,495
Colado-cera 4	0,235	0,204	0,282	0,408	0,27	0,403	0,402	0,402	0,331
Colado-cera 5	-0,031	0,227	0,389	0,473	0,487	0,418	0,557	0,557	0,482
Media	0,5258	0,4810	0,3662	0,3792	0,4604	0,4612	0,6180	0,4651	0,5366
DE	0,6053	0,5474	0,0580	0,8431	0,4232	0,1008	0,3894	0,2741	0,1650
Valor <i>P</i>	0,0620	0,0595	0,0001*	0,1857	0,0359*	0,0003*	0,0119*	0,0096*	0,0009*

\* = Estadísticamente significativo.

**Tabla 2** Resultados de las pruebas con la *t* de Student pareado para los offsets desde el plano de referencia (mm)

ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Colado-cera 1	0,082	0,21	0,37	0,172	0,728	-0,211	0,537	1,335	1,35
Colado-cera 2	0,756	1,238	0,932	0,665	0,052	0,709	0,954	0,753	0,774
Colado-cera 3	0,701	0,845	0,339	0,35	0,91	0,551	-0,1	-0,021	-0,173
Colado-cera 4	0,792	0,285	1,224	0,327	-0,109	0,086	-0,245	-0,247	-0,542
Colado-cera 5	0,174	0,104	0,332	0,242	0,475	0,225	0,443	0,26	0,115
Media	0,5009	0,5364	0,6394	0,3511	0,4112	0,272	0,3178	0,416	0,3047
DE	0,3435	0,4858	0,4137	0,1891	0,4338	0,3670	0,4898	0,6350	0,7572
Valor <i>P</i>	0,0155*	0,0345*	0,013*	0,0071*	0,0507	0,0864	0,1102	0,1084	0,2095

\* = Estadísticamente significativo.

sus extremos terminales, realizados con un aparato de indentación Vickers (Leco M-400 Hardness Tester) y que servirían como puntos de referencia para las mediciones (figura 1).

Las estructuras de cera se colaron en titanio y se pulieron de acuerdo con los procedimientos estándares empleando los mismos pasos para cada material. A cada punto se le asignó una letra, así como a tres puntos de la superficie plana del modelo que representarían el plano de referencia horizontal (figura 2).

Cada patrón en cera y el subsecuente colado fue fijado al modelo maestro con un único tornillo metálico (BSS2, Southern Implants) sobre el área incisal central. Con obje-

to de evitar la distorsión, el tornillo se fijó con la ayuda de un destornillador manual hasta que el *feedback* táctil indicara que el tornillo empezaba a quedar fijo. El mismo operador apretó todos los tornillos.

Con la ayuda de un microscopio *reflex* (Reflex Measurement), un instrumento que permite realizar mediciones en tres dimensiones con un alto grado de precisión<sup>3</sup>, se midieron las distancias entre los puntos sobre los *pins* de referencia para cada estructura de cera y su modelo: tres para los *pins* horizontales externos (AF, FH, AH) y para los internos (BE, EI, BI) y tres para los verticales (CD, DG, CG), y entre cada *pin* y su compensación desde el plano horizontal xyz. En cada colado se efectuó el mismo conjunto de mediciones.

Las mediciones se analizaron utilizando la *t* de Student y el análisis de varianza tridireccionales. En este último, los efectos aleatorios los constituían cada una de las muestras; los efectos fijos los constituían las estructuras de cera frente a las estructuras coladas y las mediciones de la distancia.

## Resultados

En lo que respecta a las mediciones de la distancia, tanto las estructuras de cera ( $P = 0,0446$ ), las estructuras coladas ( $P < 0,0001$ ), así como las mediciones de la distancia ( $P < 0,0001$ ), todas ellas fueron estadísticamente significativas, diferentes entre sí e indicaban la expansión de los colados. Con objeto de determinar si esto había ocurrido realmente, se realizaron 18 *t* de Student parecidas para cada una de las 9 mediciones de la distancia horizontal (tabla 1) y 9 mediciones compensadas (tabla 2) para determinar las posibles diferencias en las mediciones medias obtenidas en cada par con cera y colado.

La figura 3 ilustra las distorsiones significativas existentes entre las estructuras de cera y las estructuras coladas.

Los resultados obtenidos en las mediciones compensadas sobre el plano de referencia (tabla 2) indican que se han producido cambios significativos en los puntos A ( $P = 0,0155$ ), B ( $P = 0,345$ ), C ( $P = 0,013$ ) y D ( $P = 0,0071$ ).

## Discusión

Que las prótesis coladas pueden mostrar amplias variaciones en cuanto a la precisión en el ajuste es un hecho conocido. Este estudio ha aclarado la naturaleza tridimensional de la distorsión del colado midiendo los puntos alejados de los cilindros. La distorsión puede contribuir a que aparezcan fallos o fracasos tardíos en los componentes<sup>4</sup>, dado que el hecho de ajustar los tornillos puede impedir tener conocimiento de la existencia de fuerzas previas entre los componentes y la estructura, de manera que no es posible fiarse de los mecanismos fisiológicos del hueso para compensar un ajuste deficiente.

El tamaño de la muestra poblacional de este estudio fue limitado y se emplearon procedimientos estándares para el proceso de colado. Se llevaron a cabo de la misma manera para todos los colados en un laboratorio comercial para reflejar mejor la realidad del proceso. Todos los especímenes (muestras) presentaban distorsiones entre las estructuras de cera y las coladas, cuyos valores eran perfectamente compatibles y congruentes por encima del límite de 150  $\mu\text{m}$  propuesto por Jemt<sup>1</sup>, de manera que la sensación que se tuvo fue de que probablemente poco variaría el resultado aunque se aumentara el tamaño de la muestra. De modo que, con objeto de limitar la distorsión deberían emplearse otras técnicas tales como el colado en unidades separadas, o realizando secciones verticales seguidas de un indexado; también se han recomendado las técnicas de soldadura láser para las estructuras coladas de titanio<sup>5</sup>.

Para valorar el ajuste clínico es habitual recomendar la colocación de un tornillo único que asegure la estructura, y parece muy sensible a determinados tipos de distorsión, como los desplazamientos rotacionales que generan los ci-

lindros opuestos<sup>4</sup>. Esto explicaría el patrón multidimensional de distorsión, particularmente el que ocurre en los pilares terminales. Por lo que los resultados obtenidos a partir de este análisis de distorsión en 3D previenen frente a la confianza clínica que ofrece la prueba de un único tornillo para valorar la pasividad del ajuste.

## Conclusión

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio, los resultados muestran que las estructuras coladas de titanio son inadecuadas y son además imprecisas cuando se comparan con los 150  $\mu\text{m}$  que requiere un ajuste pasivo<sup>1</sup>. Estas distorsiones son en 3D y pueden atribuirse a factores inherentes al proceso de colado.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a Southern Implants por su amable donación de componentes implantológicos. A Chris Boschhoff y su equipo de técnicos del Bos-Tech Laboratory, quien llevó a cabo el trabajo de laboratorio y que con tanta generosidad corrió con los costes derivados del mismo. Al Prof. F. Botha (Universidad de Pretoria), quien nos asistió con el microscopio Reflex, y al Prof. P. Fatti (Universidad de Witwatersrand) por su consejo en el campo de la estadística.

## Bibliografía

1. Jemt T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: A study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:270-276.
2. Jemt T, Lie A. Accuracy of implant-supported prostheses in the edentulous jaw: Analysis of precision of fit between cast gold-alloy frameworks and master casts by means of a three-dimensional photogrammetric technique. *Clin Oral Implants Res* 1995;6:172-180.
3. Scott PJ. The reflex plotters: Measurements without photographs. *Photogrammetric Record*, 1981;10:435-446.
4. Tan KB, Rubenstein JE, Nicholls JI, Yuodelis RA. Three-dimensional analysis of the casting accuracy of one-piece, osseointegrated implant-retained prostheses. *Int J Prosthodont* 1993;6:346-363.
5. Jemt T, Henry P, Lindén B, Naert I, Weber H, Wendelhag I. Implant-supported laser-welded titanium and conventional cast frameworks in the partially edentulous jaw: A 5-year prospective multicenter study. *Int J Prosthodont* 2003;16:415-421.