

## Tratamientos de superficie en biomateriales: efectos del *blasting* sobre implantes dentales de titanio

Conterno, G.<sup>(i)</sup>; Pazos, L.<sup>(i)</sup>; Egidi, D. A.<sup>(i)</sup>; Corengia, P.<sup>(i)</sup>; De Rosa, H.<sup>(ii)</sup>; Crosta, R.<sup>(iii)</sup>

<sup>(i)</sup>INTI-Mecánica

<sup>(ii)</sup>Facultad de Ingeniería – Universidad de Buenos Aires (FI-UBA)

<sup>(iii)</sup>Implantes Rosterdent

### Introducción

Los implantes dentales son fabricados en titanio debido a sus buenas propiedades mecánicas y a la biocompatibilidad que le confiere su capa de óxido superficial ( $\text{TiO}_2$ ). Sin embargo, la respuesta de los tejidos que alojarán al implante influirá en el éxito a largo plazo. El objetivo es reducir el tiempo de la oseointegración, definida como la conexión directa estructural y funcional entre el hueso vivo ordenado, y la superficie de un implante sometido a carga <sup>[1]</sup>. Esta respuesta es afectada por varios factores, entre los cuales se encuentran las características de superficie del implante. Si bien la morfología de la superficie que es óptima para la oseointegración es aún desconocida, es generalmente aceptado que las superficies rugosas generan una mejor respuesta frente a las superficies lisas <sup>[2]</sup>.

Diversos tratamientos de superficie son utilizados para aumentar la rugosidad y el área de contacto entre el implante y el hueso, y uno de los más difundidos es el de *blasting*. Este tratamiento consiste en proyectar partículas abrasivas sobre el sustrato, produciendo desgarramiento y deformación de la superficie y aumentando sensiblemente la rugosidad. Inmediatamente después de la colocación, el implante está en contacto con sangre y las reacciones que tienen lugar en esta interfase incidirán en la cicatrización <sup>[3]</sup>. Por esto es posible utilizar ensayos de mojado para evaluar la oseointegración de las superficies, midiendo el ángulo de contacto estático que se origina entre un sustrato y un líquido (sessile drop test). Esta medición permite evaluar la mojabilidad de un sistema, considerando que para menores ángulos de contacto el mojado será mejor, y es esperable una mayor oseointegración.

Sin embargo en superficies muy rugosas, se recomienda realizar un ensayo dinámico, donde se miden los ángulos de avance y retroceso en el instante previo al desplazamiento del líquido sobre el sustrato. Estas mediciones permiten prever la facilidad con que el líquido se desplazará a regiones aún sin mojar y la tendencia de la superficie a retener el líquido <sup>[4]</sup>.

### Descripción Experimental

Los sustratos utilizados fueron discos de titanio comercialmente puro grado 2 de 6 mm de diámetro y 4 mm de altura. Se prepararon 9 muestras desbastadas hasta papel abrasivo grano 1200. Una de estas

muestras se utilizó como referencia (S) y las restantes fueron tratadas con *blasting*. Para realizar los ensayos de mojado dinámicos se utilizaron como sustratos láminas de titanio c.p. grado 2 de 20 x 10 x 0.1 mm, tratadas bajo las mismas condiciones de *blasting* que los discos.

Se realizó el tratamiento de *blasting* variando el material y el tamaño de las partículas utilizadas, y se mantuvieron constantes las otras condiciones de proceso: presión 10 bar, distancia entre la boquilla y la muestra 15 cm y tiempo 15 s.

Se utilizaron partículas de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y de vidrio, agrupadas en cuatro rangos de tamaños para cada material. La identificación y las partículas utilizadas para cada muestra se presenta en la Tabla I.

Tabla I. Identificación de las muestras

Muestras	Material	Diámetro medio [ $\mu\text{m}$ ]
S	---	---
Al1	$\text{Al}_2\text{O}_3$	130
Al2	$\text{Al}_2\text{O}_3$	470
Al3	$\text{Al}_2\text{O}_3$	700
Al4	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Mezcla de partículas de los tamaños anteriores: Al1 25%, Al2 25%, Al3 50%.
Vi1	Vidrio	80
Vi2	Vidrio	160
Vi3	Vidrio	300
Vi4	Vidrio	600

Para el estudio de las partículas empleadas durante el *blasting* y la caracterización de las topografías de las muestras se utilizó un microscopio electrónico de barrido Phillip modelo SEM 505.

La rugosidad de las superficies se midió con un perfilómetro Hommelwerke Tester T1000 (INTI-Procesos Superficiales), utilizando como parámetro el valor de rugosidad media  $R_a$ , correspondiente a la media aritmética de las alturas de los picos y valles respecto a un plano principal, medido en  $\mu\text{m}$ . En todos los casos, el valor de  $R_a$  se obtuvo como un promedio de los resultados medidos en cada muestra para tres direcciones diferentes.

El sistema analizado en los ensayos de mojado fue  $\text{TiO}_2$ -sangre, extraída por la Cátedra de Anatomía Patológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Se utilizaron volúmenes de gota de 7  $\mu\text{l}$  para los ensayos estáticos y 30  $\mu\text{l}$  para los ensayos dinámicos, y se realizaron 5

ensayos por muestra. Los ensayos dinámicos sólo se realizaron sobre las muestras tratadas con  $Al_2O_3$ . Previamente a los ensayos, se limpiaron las muestras en ultrasonido con acetona, alcohol isopropílico y agua deionizada, durante 3 minutos para cada solvente y se realizó un cuidadoso secado.

Para obtener las imágenes en los ensayos estáticos se utilizó una cámara digital Nikon 100, mientras que para los ensayos dinámicos se empleó una videocámara digital JVC GR-DVL510 UH. Los ángulos fueron medidos utilizando el software Scion Image Beta 4.0.2.

## Resultados

La muestra S, utilizada como referencia, presentó marcas correspondientes al desbaste que no fueron apreciables en las muestras con tratamiento de *blasting*. Las muestras tratadas con partículas de  $Al_2O_3$  presentaron una superficie rugosa con indicios de desgarramiento de material. A medida que se aumentó el tamaño de las partículas utilizadas, se encontraron irregularidades de mayor tamaño en las superficies, manteniendo en todo los casos una estructura similar, donde se pudieron observar huecos, fisuras y otras irregularidades homogéneamente distribuidas (ver Fig. 1 (a)).

En el caso de las muestras tratadas con esferas de vidrio, se observaron distintas morfologías a medida que aumentó el tamaño de las esferas. La muestra Vi1 presentó una superficie suave con algunas fisuras y microhuecos, conjuntamente con zonas con aparente deformación plástica. El aumento del tamaño de las partículas produjo un incremento en el número y tamaño de las fisuras y el surgimiento de zonas con desgarramiento de material (ver Fig. 1 (b)).

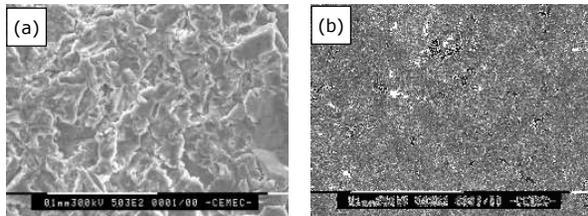


Fig. 1: Micrografías electrónicas de las muestras (a) Al3; (b) Vi4.

Un aumento en el tamaño de partícula provocó un aumento lineal de la rugosidad. Sin embargo, en el caso de partículas de  $Al_2O_3$ , un cambio en el tamaño tuvo una mayor influencia en la rugosidad obtenida (ver Fig. 2). El valor de Ra obtenido para el sustrato fue de 0.23  $\mu m$  y se encuentra graficado para un tamaño de partícula nulo.

Las mediciones obtenidas de los ensayos de mojado estático dieron como resultado valores similares entre las muestras tratadas con partículas del mismo material, levemente superiores a los resultados hallados para la referencia S. Por otra parte, los ángulos promedio fueron del mismo orden para las muestras tratadas con alúmina y vidrio, obteniéndose mayores dispersiones para los mayores tamaños de partícula. Los ensayos dinámicos presentaron ángulos de avance similares entre sí y mayores al de la muestra de referencia. Por su parte, los ángulos de retroceso fueron menores para las muestras con tratamiento de *blasting*, pero nuevamente se observó escasa variación de los valores medidos en función de la rugosidad media.

## Conclusiones

El tratamiento de *blasting* provocó, en todos los casos, la desaparición de las marcas de desbaste, y un aumento de la rugosidad media con respecto al sustrato.

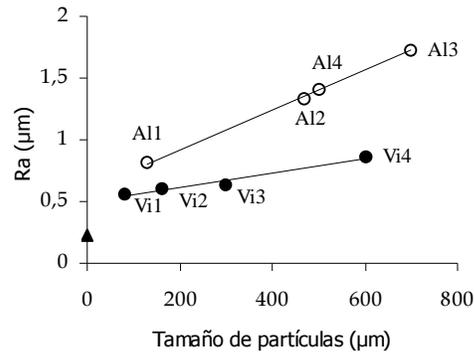


Fig. 2: Rugosidad obtenida en función del tamaño de las partículas utilizadas. • Vidrio, O  $Al_2O_3$ , □ S.

En el caso del *blasting* con  $Al_2O_3$ , las topografías generadas presentaron desgarramiento de material y una alta densidad de irregularidades, distribuidas homogéneamente. A medida que aumentó el tamaño de las partículas utilizadas, la morfología no varió pero se observó mayor número de irregularidades. Para las muestras tratadas con esferas de vidrio, se observaron zonas con aparente deformación plástica y zonas con desgarramiento del material. Las primeras fueron predominantes para pequeños tamaños de partículas, mientras que las zonas de desgarramiento aumentaron con el tamaño de partícula.

Las muestras presentaron algunas esferas de vidrio incluidas en la superficie por efecto del tratamiento de *blasting*, mientras que las muestras tratadas con alúmina no presentaron partículas incluidas.

El tratamiento realizado con partículas de alúmina no provocó distorsiones apreciables en la geometría mientras que aquellas tratadas con vidrio presentaron deformación plástica.

El aumento de la rugosidad de las muestras en función del tamaño de las partículas presentó en ambos materiales una relación lineal, aunque la influencia del tamaño de partículas de  $Al_2O_3$  fue mayor que para las partículas de vidrio.

Los resultados de los ensayos de mojado no mostraron valores con una tendencia definida. El solapamiento de los valores hallados indica que las muestras podrían presentar similares propiedades de óseointegración.

A la memoria de Mario O. Quinteiro y Hugo Helguero, compañeros y amigos.

- [1] Branemark, *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*, 16 (S) 1997.
- [2] Grizon F., Aguado E., Huré G., Baslé M. F., Chappard D., *Journal of Dentistry*, 30 (2002) 195-203.
- [3] Kanagaraja S., Wennerberg A., Eriksson C. y Nygren H., *Biomaterials*, 22 (2001) 1809-1818.
- [4] Ponsonnet L., Reybier K., Jaffrezic N., Comte V., Lagneau C., Lissac M., Martelet C., *Materials Science & Engineering C*, 23 (2003) 551-560.

Para mayor información contactarse con:  
Gabriela Conterno - conterno@inti.gov.ar