

SEM aplicado al desarrollo de una superficie bioactiva en implantes dentales



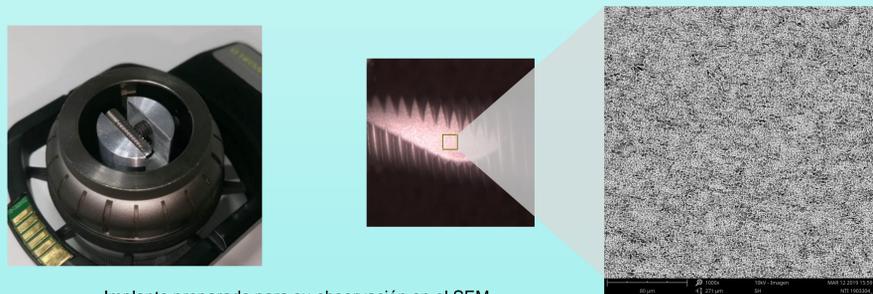
José Félix Vilá¹ - Julio César García² - Abraham Marcelo Guestrin³

1. EMLAB Laboratorio de Microscopía Electrónica "Dr. Domingo S. Liotta" - Centro de Investigación Científica y de Transferencia Tecnológica a la Producción - CICYTTP (jfvila@cicytpp.org.ar)
2. NTI S.R.L. (jucegana@gmail.com)
3. Guestrin Ingeniería (abrahamguestrin@gmail.com)



La colocación de un implante dental consiste en reemplazar un diente en un estado terminal por una articulación prótesis-implante con función completa, forma adecuada, buena estética y saludable. La implantación se realiza haciendo una cavidad en el hueso aplicando una secuencia de fresas relacionadas con la longitud y el ancho del implante. En la actualidad, esta cavidad se realiza el 80% de las veces perforando la encía sin realizar una disección de los tejidos blandos para causar la mínima agresión posible a esos tejidos. Para obtener una rápida curación y osteointegración - la unión íntima entre la superficie de titanio modificada del implante y las células óseas - es importante estimular desde las primeras etapas el crecimiento del puente óseo definitivo y evitar la formación de tejido conectivo elástico.

Las células precursoras de los osteoblastos pueden discriminar no sólo entre superficies de rugosidad diferente, sino también entre superficies con rugosidades comparables pero topografías diferentes. En consecuencia, para lograr no sólo características biocompatibles sino también osteoinductoras (bioactivas), la superficie de contacto del implante óseo debe tener propiedades físicas (porosidad adecuada) y químicas que favorezcan la deposición de iones de calcio y fósforo provenientes del plasma sanguíneo, en forma de hidroxiapatita (HA) $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$. Esto conforma la base mineral del futuro hueso vivo.



Implante preparado para su observación en el SEM

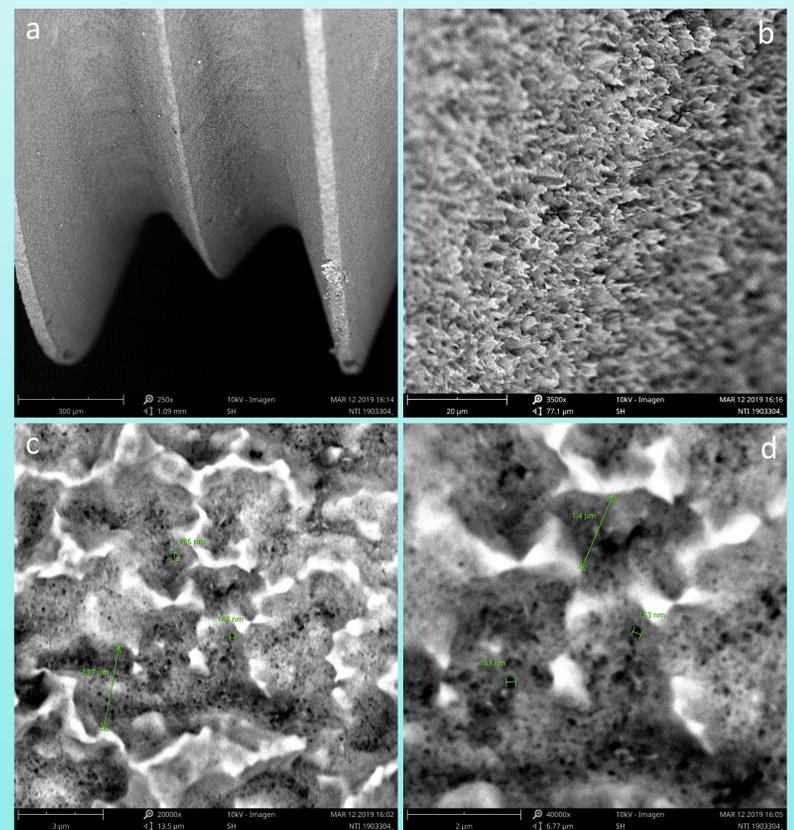
Bioactividad de la superficie

Una vez que se logró la morfología superficial deseada, se desarrolló el tratamiento que le da bioactividad. Las pruebas *in vitro* se realizaron con SBF (*Simulated Body Fluid*), una solución inorgánica que simula el plasma sanguíneo, y de acuerdo con ISO 23317. En los implantes de titanio sumergidos en SBF, precipita espontáneamente hidroxiapatita (HA) en las superficies bioactivas. Esto fue confirmado por imágenes en el SEM de Escritorio y microanálisis EDS por puntos y mapeo. En las figuras podemos observar la formación de HA en la superficie de implantes después de 7 días y 21 días de estar en SBF. Los espectros obtenidos muestran la composición elemental del depósito en formación logrando altos niveles de HA en comparación con otros estudios.

Superficie de porosidad adecuada

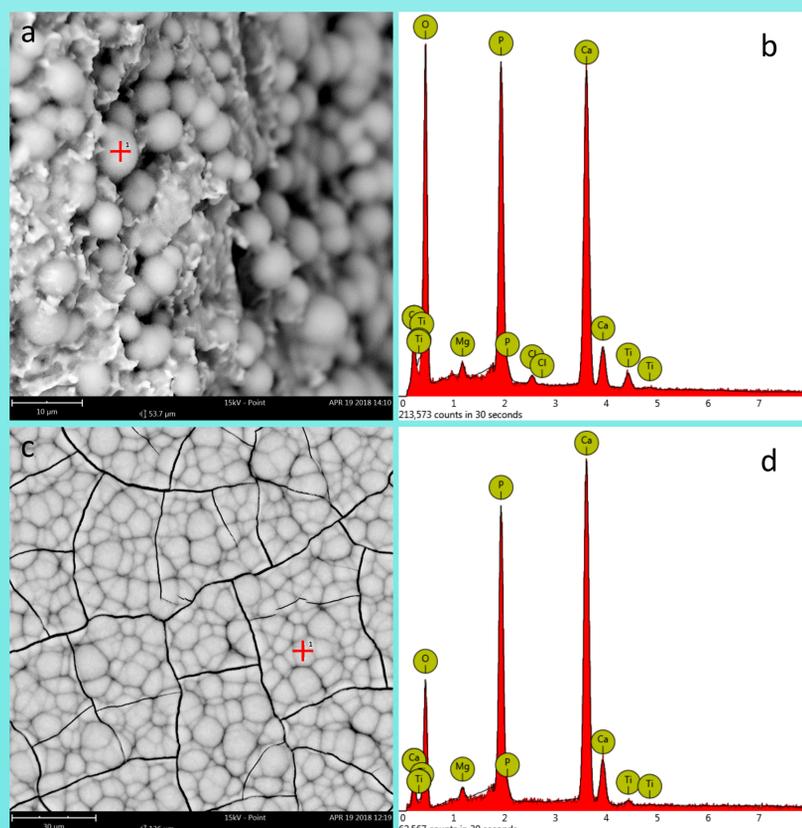
Hasta hace poco, una superficie con poros de 3 a 5 micrones se consideraba ideal para la osteointegración. Hoy en día, se busca una superficie nanoporosa (de 20 a 200 nanómetros) dentro de estos microporos para facilitar la conexión de las extensiones y fibras celulares inicialmente involucradas en el proceso de reparación, logrando así un mayor contacto hueso-implante y una unión más rápida.

Para obtener este tipo de superficie, primero se desarrolló un proceso de tratamiento SLA (*sandblasted-acid etched*). Se probaron varios tipos de partículas de granallado y diferentes procesos de grabado ácido hasta alcanzar el resultado deseado. En cada etapa del desarrollo, se utilizó un SEM de Escritorio para verificar los resultados logrados. Se realizaron series de imágenes entre 500x y 20.000x con 5 KV y 10 KV en áreas idénticas de las muestras para comparar los avances.



Superficie de un implante a diferentes escalas

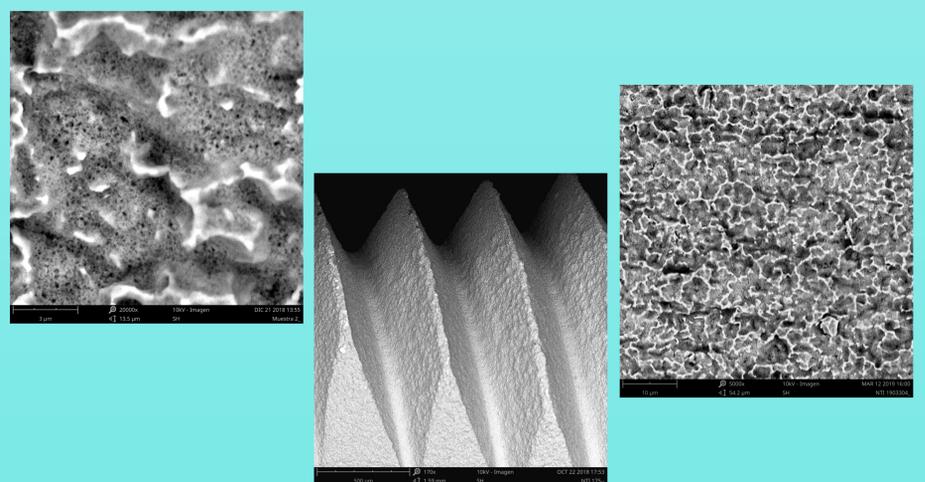
(a) Forma de la rosca del implante, (b) morfología de los microporos en la superficie, (c) tamaño de poros y superficie nanoporosa interna, (d) imagen más cercana de nanoporos. [SEM Phenom Pro perteneciente a CICYTTP (CONICET, ProvER, UADER), Diamante, ER, Argentina]



Precipitados de hidroxiapatita en la superficie de implantes inmersos en SBF.

(a) Superficie de la muestra colocada en SBF 7 días y (b) espectro EDS: muestran Ca 11.7%, P 8.9%, O 77.7%, Ti 0.7%, Mg 0.7%, Cl 0.3%. (c) Superficie de la muestra puesta en SBF 21 días y (d) espectro correspondiente: muestran Ca 20.4%, P 13.1%, O 65.4%, Mg 0.8%, Ti 0.4%.

[SEM Phenom ProX perteneciente al INBIONATEC (CONICET-UNSE), Santiago del Estero, Argentina]



Referencias

- BD Boyan et al., Journal of Biomedical Materials Research 9 (1998), p. 77-85
- JY Martin et al., Journal of Biomedical Materials Research 29 (1995), p. 389-401
- T Kokubo and H Takadama, Biomaterials 27 (2006), p. 2907-2915.
- L Le Guehennec, A Soueidan, P Layrolle and Y. Amouriq, Dental Materials 23 (2007), p. 844-854
- RA Gittens, R Olivares-Navarrete, Z Schwartz and BD Boyan, Acta Biomater 10 (8) (2014), p. 3363-3371
- D Khang et al., Biomaterials 33 (2012), p. 5997-6007
- K Deepak et al., Journal of The Royal Interface Society 9 (2012), p. 2145-2155
- M Kolafová et al., The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, volume 32, number 6, (2017) p. 1221-1230
- Technical Committee ISO/TC 150, ISO/FDIS 23317:2012(E)