

TECNOLOGÍA

Por: Daniel Lancheros, Biólogo Marino, David Sánchez, MD, Rodrigo Barrera, MD, Daniela Naranjo, Ingeniera Biomédica, Jorge Reynolds, Director. Institución: Departamento de Investigaciones – Fundación Clínica Shaio.

Imagen: Espiral de la pequeña red del conocimiento. <http://www.hoklife.com/tag/biomimicry/>



BIOMIMÉTICA Y BIOMATERIALES: APLICACIONES PRÁCTICAS EN MEDICINA

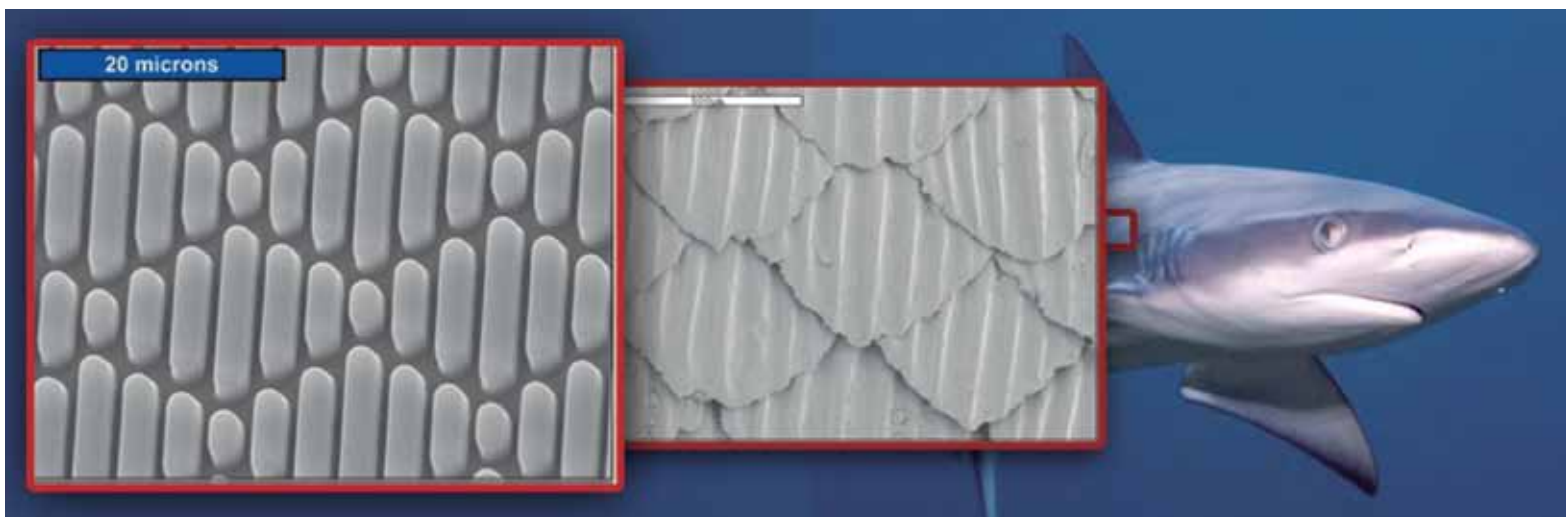
La nueva era de la tecnología está trayendo materiales innovadores que están cambiando el entorno médico posicionándose como preponderantes para los años venideros. Es importante conocer estos avances que sin lugar a duda cambiarán muchos de los esquemas tradicionales.

A comienzos del siglo XX, el doctor Frederick Foley diseñó los primeros catéteres (sondas urinarias) mientras aún era un estudiante de medicina en la ciudad de Boston; la importancia de su invención es incalculable ya que se utiliza ampliamente en procedimientos de diagnóstico y tratamiento de pacientes con distintas enfermedades. Actualmente, para prevenir infecciones urinarias, los catéteres se recubren de biosidas, sin embargo su efectividad es limitada ya que estos compues-

tos se diluyen en la orina y pueden generar resistencia a los antibióticos cuando son utilizados indiscriminadamente. Casi 100 años después de la creación de la sonda urinaria, la compañía biotecnológica Sharklet ha logrado inhibir el crecimiento de uropatógenos en la superficie del catéter mediante la aplicación de un micro-relieve inspirado en la piel del tiburón, optimizando así el confort de los pacientes, la economía de los sistemas de salud y reduciendo el desarrollo de nuevas bacterias multi-resistentes¹.

Aprovechando las propiedades antibacterianas que exhibe la piel de los tiburones, se ha planeado utilizar este recubrimiento sobre superficies de contacto común en hospitales y espacios públicos, evitando así la proliferación de microorganismos patológicos.

*Imagen: La nueva superficie de los catéteres urinarios se compone de pequeños elementos con forma de diamante, cada uno mide 1/50 del espesor de un cabello humano. Fuente: www.sharklet.com, / Imagen: Microfotografía de la piel del tiburón *Carcharhinus galapagensis*. Se observa el patrón de los dentículos dérmicos que inspiraron la biomimética de la tecnología Sharklet. Tomado de: www.sharklet.com, el 7 de agosto de 2013. / <http://australianmuseum.net.au/image/Galapagos-Shark-Carcharhinus-galapagensis>*





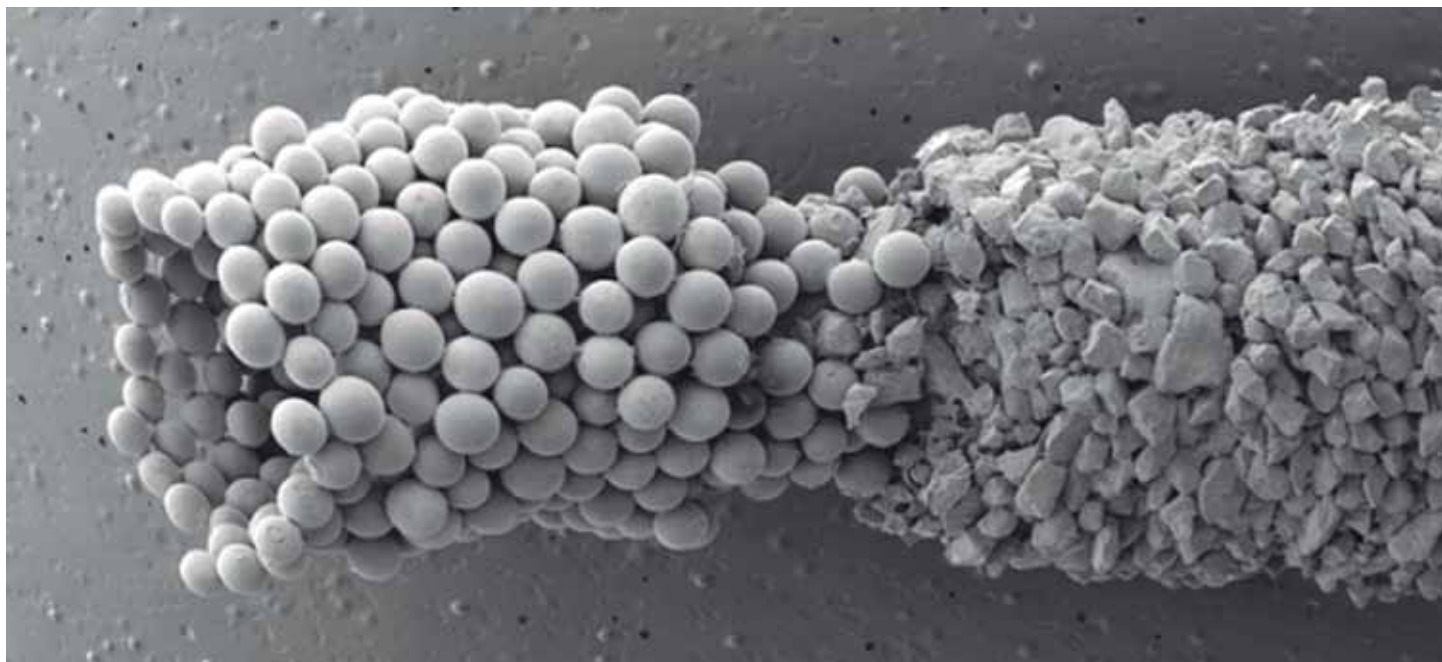
*Imagen: El camarón *Odontodactylus scyllarus* utiliza sus apéndices anteriores como armas de impacto para depredar animales con cubiertas mineralizadas; la velocidad de la extremidad es equiparable a la de una bala calibre 5.56 mm para fusiles de asalto. Fuente: <http://digimorph.org>, el 7 de agosto de 2013 / <http://www.depeces.com/el-camaron-mantis.html>*

En el campo de la biomimética, interdisciplinaria por definición, son los invertebrados marinos como el camarón mantis, los que están dando respuesta a las nuevas necesidades en la tecnología de las cerámicas para implantes médicos. Este pequeño depredador marino es muy agresivo y consume cangrejos, moluscos y hasta peces de tamaño considerablemente mayor gracias a que sintetiza una estructura mineral compleja extremadamente resistente a los daños mecánicos en el segundo par de torácodos los cuales tienen función triturado-

ra. Son apéndices robustos de 5 mm de ancho, inflados en la base con los que el camarón fractura mediante golpes de 50 kg (500 N), a manera de martillo, a su presa hasta que rompe el exoesqueleto y logra acceder a los tejidos blandos que constituyen su alimento².

Al estudiar a nanoescala la estructura compuesta de la extremidad, se encontró que principalmente es una multicapa de hidroxapatita cristalina y fosfato de calcio amorfo con fosfatos embebidos en una matriz fibrilar

*Imagen: El Gusano marino *Phragmatopoma californica* está inspirando nuevos adhesivos biocompatibles para ser usados en casos de fracturas óseas. Fuente: <http://www.bimat.org>, el 23 de septiembre de 2013*



quitinosa con organización helicoidal expandida. Recientemente se ha descubierto que este material es biocompatible con el hueso humano y también que es más resistente que la mayoría de las cerámicas utilizadas actualmente, por lo que se plantea como opción terapéutica en los implantes de cadera y rodilla. De esta manera se reduce la frecuencia de los reemplazos por implantes desgastados, los cuales son costosos y ocasionan dolor e interrupción en la vida laboral de los pacientes. La biocompatibilidad y bioseguridad de este material son ventajas adicionales, ya que es bien conocido que los implantes comunes pueden generar daño en los huesos adyacentes, también que pequeñas partículas de metal se desprenden y producen una alteración en la respuesta inmune e incluso intoxicaciones en los pacientes².

En el campo de la ortopedia se desarrollan bio-adhesivos inspirados en animales submarinos como el gusano de tubo. Estas criaturas construyen sus hogares adhiriendo partículas nanométricas de arena con una sustancia coacervada compuesta de proteínas ácidas y básicas. La Universidad de Utah desarrolló, a partir de esta metodología, un bio-adhesivo no hidrosoluble con el cual se han realizado pruebas de adhesión ósea en las que no hay rechazo a esta sustancia, pero aún se están evaluando variaciones a la composición química del adhesivo para aumentar la fuerza de adhesión del compuesto³.

Los microorganismos causantes de la caries forman la placa bacteriana sobre la dentadura como mecanismo

de protección frente al cepillado, agentes químicos e incluso antibióticos y así evitar que bacterias competidoras tomen su lugar; esta capa protectora se conoce como biofilm. En la Universidad de Newcastle se está evaluando el potencial que tiene la bacteria marina *Bacillus licheniformis*, que crece sobre algas marinas y se ha usado para contrarrestar biológicamente la colonización de los cascos de las embarcaciones y las estructuras sumergidas de los muelles por parte de la biota marina (Antifouling). El objetivo es desarrollar un nuevo producto para proteger los dientes y las encías de la placa bacteriana. Para desplazarse, *B. licheniformis* segrega una enzima del tipo DNAasa que rompe la película biológica permitiendo su movimiento e impide la formación de nueva placa. Con este hallazgo se planea hacer una crema dental que contenga la enzima y ayude a prevenir el deterioro de los dientes. Adicionalmente se piensa en recubrimientos para implantes médicos como caderas artificiales y válvulas fonatorias que son afectadas por colonización bacteriana⁴.

El dolor es una percepción cuya principal función es advertirnos acerca de situaciones que pueden ser peligrosas. Sin embargo cuando este aumenta en intensidad y tiempo, se vuelve una condición patológica. Millones de personas sufren dolor crónico y neuropático debido a múltiples enfermedades, por esto se han elaborado terapias que intentan modularlo, sin embargo estos medicamentos generan múltiples efectos adversos como adicción, depresión respiratoria, toxicidad hepática y en algunas ocasiones incluso no logran disminuirlo.

Imagen: Diodon holocanthus, una de las especies de las cuales ha sido posible aislar la Tetrodotoxina. <http://www.maestropescador.com/>



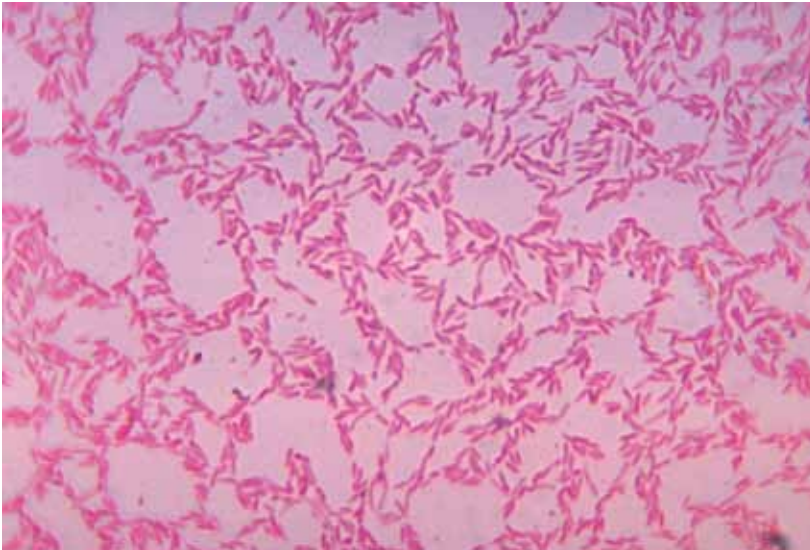


Imagen: Bacterias del género *Bacillus*. Obtenida de: es.wikipedia.org

Esto ha generado la búsqueda de nuevas alternativas para el alivio del dolor. Una de las más prometedoras es la poderosa Tetrodotoxina, una neurotoxina empleada como mecanismo de defensa por peces del orden Tetraodontiformes como el pez globo, que se proyecta como reemplazo de la morfina, siendo 3000 veces más potente y evitando los efectos secundarios de los opioides. La toxina del pez actúa mediante el bloqueo de los canales de sodio-voltaje dependientes, de esta manera cuando una célula recibe el estímulo doloroso, no logra despolarizarse ni transmitir el impulso eléctrico necesario para que se produzca el dolor. Esta innovadora terapia se encuentra en fase experimental, pero hasta el momento se ha documentado una importante disminución de dolor neuropático, agudo y crónico, incluso se ha administrado por vía intratecal (espacio donde se encuentra el líquido cefalorraquídeo) lo que demuestra su amplia bioseguridad y baja tasa de efectos adversos⁵.

En la naturaleza son prácticamente infinitos los casos en que los animales marinos han evolucionado distintas estrategias y mecanismos de ataque y defensa para asegurar su supervivencia, los cuales son modelo de inspiración para investigadores en todo el mundo. Existen modelos naturales que aún no se han descubierto y que en un de-

terminado momento podrían inspirar soluciones para los problemas de la humanidad, es por esto que la conservación de la biodiversidad es primordial para todas las ramas de la investigación.

Referencias Bibliográficas

1. Shraavanthi T. Reddy, Kenneth K. Chung, Clinton J. McDaniel, Rabih O. Darouiche, Jaime Landman, and Anthony B. Brennan. *Micropatterned Surfaces for Reducing the Risk of Catheter-Associated Urinary Tract Infection: An In Vitro Study on the Effect of Sharklet Micropatterned Surfaces to Inhibit Bacterial Colonization and Migration of Uropathogenic Escherichia coli*. *Journal of Endourology*. September 2011, 25(9): 1547-1552. doi:10.1089/end.2010.0611.
2. J. C. Weaver, G. W. Milliron, A. Miserez, K. Evans-Lutterodt, S. Herrera, I. Gallana, W. J. Mershon, B. Swanson, P. Zavatieri, E. DiMasi, D. Kisailus. *The Stomatopod Dactyl Club: A Formidable Damage-Tolerant Biological Hammer*. *Science*, 2012; 336 (6086): 1275 DOI: 10.1126/science.1218764
3. Russell J. Stewart, *Protein-based underwater adhesives and the prospects for their biotechnological production*, *Appl Microbiol Biotechnol* (2011) 89:27-33.
4. Nijland N, Hall MJ, Burgess JG. *Dispersal of Biofilms by Secreted Matrix Degrading Bacterial DNase*. *PLoS One* 2010, 5(12), e15668.
5. Nieto F, Cobos E, Tejada M, et al; *Tetrodotoxin (TTX) as a Therapeutic Agent for Pain*; *Mar. Drugs*; 2012; 10: 281-305.





MONSERRE

MONTACARGAS
ELÉCTRICOS Y COMBUSTIÓN
SERVICIOS - REPUESTOS
VENTAS Y RENTA



549 0053

415 2220

548 9788

E- mail: gerencia@monserre.net



Servicio a
todo el país

CALLE 25 C N° 96 - 59 FAX 418 3050