



## V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

5, 6 y 7 de junio de 2014

TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

### “Síntesis de Recubrimientos de hidroxiapatita vía sol-gel para materiales biomédicos, en prótesis de piernas y pies.”

Stephanie Giovana Fonseca<sup>a</sup> B. Esther Barrera<sup>b</sup> P. César Reyes<sup>b</sup> H.

<sup>a</sup>Universidad Tecnológica Fidel Velázquez [step\\_ness@live.com](mailto:step_ness@live.com)

<sup>b</sup>Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Naucalpan UNAM [tallercbm2@gmail.com](mailto:tallercbm2@gmail.com),  
[cesar\\_rey2000@yahoo.com](mailto:cesar_rey2000@yahoo.com)

#### RESUMEN:

El mineral hidroxiapatita, también llamado hidroxiapatito, está formado por fosfato de calcio cristalino ( $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ) y representa un depósito del 99% del calcio corporal y 80% del fósforo total. El proceso sol-gel es una ruta química que permite fabricar materiales amorfos y policristalinos de forma relativamente sencilla. El proceso de inmersión (dipping) es una técnica de conformación de polímeros consistente en introducir moldes, precalentados en un polímero líquido. Durante la inmersión el material circundante se adhiere al molde en forma de gel.

#### 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la ciencia de los materiales ha crecido mucho, por lo que se ha hecho necesaria una clasificación práctica que es de gran utilidad para distinguir a los materiales con base en sus funciones principales, ya sean mecánicas (estructurales), biológicas, eléctricas, magnéticas u ópticas (Askeland 17).

El presente trabajo está destinado a una rama de los materiales que se ha desarrollado ampliamente en los últimos años, esta es materiales para usos biomédicos. La utilización de metales en implantes biomédicos ortopédicos y odontológicos se basa fundamentalmente en las sollicitaciones mecánicas extremas a las que están sometidos en servicio. Su uso está a su vez condicionado por la agresividad del medio fisiológico que puede originar liberación de productos de degradación y/o desgaste no deseados en el organismo.

La preocupación por la liberación y distribución de productos metálicos está justificada por las potenciales toxicidades de los metales usados en cirugía ortopédica (titanio, aluminio, vanadio, cobalto, cromo y níquel). El empleo de aleaciones de aceros inoxidable para implantes quirúrgicos permanentes es común en los países latinoamericanos dado que otros materiales utilizados como aleaciones CoCr y titanio (los cuales presentan mayor resistencia a la corrosión y liberación de iones) escapan a las posibilidades adquisitivas de la media de la población. Además, y a diferencia de ciertas prótesis cerámicas y vítreas bioactivas, los implantes metálicos no pueden generar una unión natural con el tejido vivo requiriendo fijación externa y/o cementación. La modificación superficial de los implantes metálicos por medio de recubrimientos inorgánicos cerámicos o vítreos resulta una estrategia capaz de mejorar el rendimiento de un implante metálico, limitando la liberación de iones y favoreciendo la unión del implante con los tejidos. La obtención de recubrimientos con materiales base de sílice obtenidos por sol-gel se ha utilizado con éxito sobre acero inoxidable, plata y aluminio mejorando las resistencias a la oxidación y a la corrosión de los metales.

## V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

5, 6 y 7 de junio de 2014

TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

### 2. TEORÍA

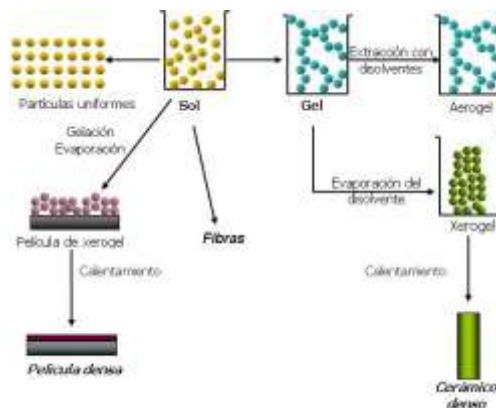
En general, existe una gran gama de materiales con aplicaciones biomédicas capaces de sustituir una función dentro del organismo, sin embargo, aún hay mucho por hacer, puesto que a pesar de que se ha vencido casi por completo el problema de la biocompatibilidad y que se ha logrado la inserción de materiales duraderos, todavía persisten algunos detalles como el desgaste, en algunos casos, la dureza en otros, etc. De aquí que se esté dedicando gran esfuerzo al estudio de materiales compuestos que vengan a mejorar los biomateriales disponibles en la actualidad.

#### ¿Qué es la Hidroxiapatita?

El mineral hidroxiapatita, también llamado hidroxiapatito, está formado por fosfato de calcio cristalino ( $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ) y representa un depósito del 99% del calcio corporal y 80% del fósforo total. El hueso desmineralizado es conocido como osteoide. Constituye alrededor del 60-70% del peso seco del tejido óseo, haciéndolo muy resistente a la compresión. El esmalte que cubre los dientes contiene el mineral hidroxiapatita. Ese mineral, muy poco soluble, se disuelve en ácidos, porque tanto el  $PO_4^{3-}$  como el  $OH^-$  reaccionan con  $H^+$ .

#### Método para Sintetizar Hidroxiapatita sintética: Sol-Gel

El proceso sol gel es una ruta química que permite fabricar materiales amorfos y policristalinos de forma relativamente sencilla. Se pueden obtener nuevos materiales que por los métodos tradicionales de fabricación son muy difíciles de obtener, tales como combinaciones de óxidos, además de poder contaminarlos con iones de tierras raras o colorantes orgánicos. Las estructuras únicas, micro estructuras y compuestos que pueden hacerse con el proceso sol-gel abren muchas posibilidades para aplicaciones prácticas, por nombrar algunas tenemos la fabricación de componentes ópticos, preformas para fibras ópticas, recubrimientos dieléctricos, superconductores, guías de onda, nanopartículas, celdas solares, etc.

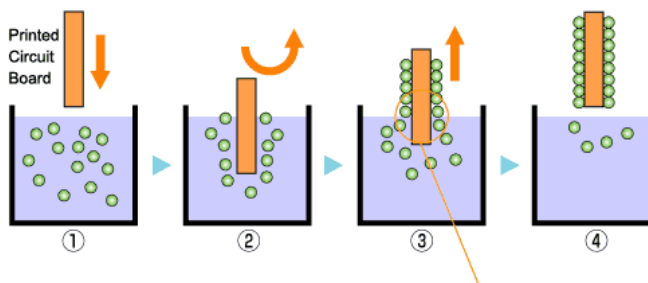


#### Recubrimiento para las pruebas: Dip Coating

El proceso de inmersión (dipping) es una técnica de conformación de polímeros consistente en introducir moldes, por lo general, precalentados en un polímero líquido. Durante la inmersión el material circundante se adhiere al molde en forma de gel. Cuanto más caliente el molde mayor será el grosor de la capa de gel. Posteriormente se retira el molde de la cuba con polímero líquido quedando el molde recubierto con una capa de polímero que luego se somete a un curado térmico. Si

V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD  
5, 6 y 7 de junio de 2014  
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

bien moldeado por inmersión puede remontarse a la confección de velas, hoy en día, se utiliza tanto para la fabricación de recubrimientos de productos como para el moldeo de piezas de pared delgada flexible, en general de elastómeros, como látex, neopreno y PVC (plastisol). También se pueden moldear otros elastómeros mediante este método (poliuretano, caucho nitrilo, EPDM, silicona, etc.). Este proceso también puede aplicarse para el recubrimiento con polímeros termoestables como por ejemplo resina epoxi, aunque este se realiza mediante lecho fluidizado del polímero en polvo. **Dip-revestimiento** es también una forma popular de creación de películas delgadas para investigación fines, donde se utiliza generalmente para la aplicación de películas en planos o cilíndricos sustratos.



### 3. PARTE EXPERIMENTAL

#### Procedimiento experimental: "Síntesis de hidroxiapatita"

Primero esterilizamos nuestro material para no tener contaminantes. Se preparó 50 ml de cada solución, esto es 50 ml de Hidróxido de Calcio con un gramaje de 4.1657 gr y Ácido Fosfórico 1.6 ml, en los matraces aforados de 50 ml con los cálculos pertinentes.

Una vez preparada cada una de las soluciones, en un vaso de precipitados de 200 ml se coloca el hidróxido de calcio se le agrega gota a gota el ácido fosfórico, con constante agitación. Después se le introduce un agitador magnético y se coloca en la parrilla por 30 min (esto es para que se disuelva bien).



Después se colocó en el ultrasonido por 50 min, se retiró y se puso en la estufa a 94°C hasta secarse. Colocamos el residuo en un crisol e introdujimos en la mufla a 500°C durante 2 horas.





V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD  
5, 6 y 7 de junio de 2014  
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

**Recubrimiento de piezas metálicas: “Dip Coating”**

Una vez obtenida la hidroxiapatita empezamos limando los clavos hasta dejarlos uniformes y brillosos, para poderlos sumergirlos en el solvente donde permanece completamente sumergidos por un cierto tiempo e inmóviles, permitiendo que el material del revestimiento impregne en los clavos, estos se retiran constantemente, el material que utilizamos como recubrimiento se aplicara en forma de capas delgadas en ellos recubriéndolos. Sin embargo utilizamos 2 clavos por cada uno de los solventes, que fueron alcohol butanol, alcohol metanol y alcohol isopropilico cada uno con 20 ml y con 3.0079 de hidroxapatita, lo cual estos se utilizaron como revestimiento para ver la adherencia, estos se deben someter en un proceso térmico, durante 30 min en 36°C para la adherencia de nuestro material.



**4. CONCLUSIONES**

Se pudo observar que cuando el hidróxido de calcio y el ácido fosfórico producen una molécula de OH, la cual provoca las moléculas se unan para formar hidroxiapatita, así mismo produce agua. Al paso del tiempo nos dimos cuenta que cuando la hidroxiapatita para recubrimiento se disolvió en los diferentes alcoholes, en el caso del butanol no hubo ningún tipo de adherencia, con metanol la adherencia fue mínima, pero en el caso del alcohol isopropilico se pudo quedar la mayor parte en nuestras piezas metálicas. La idea de conseguir un hueso de algún animal para hacer un implante de los metales que tenemos, así hacer que este proyecto sea viable. Una propuesta más es que podríamos trabajar con películas delgadas del recubrimiento de hidroxiapatita para llevar a cabo un análisis más a fondo en la valoración de la adherencia en un alcohol que otro; por lo tanto se necesitan las pruebas pertinentes como lo son de toxicidad, tensión y dureza de nuestro material



V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD  
5, 6 y 7 de junio de 2014  
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO


En comparación con los procesos de formación de película delgada convencionales, tales como química de vapor deposición, la evaporación, o de pulverización catódica, recubrimiento por inmersión de sol-gel requiere considerablemente menos equipo y es potencialmente menos caro. Sin embargo, el más importante ventaja de sol- gel sobre métodos de revestimiento convencionales es la capacidad de adaptar la microestructura de la película depositada, en la cual esta comunicación que se relaciona la física y la química elemental en este acompañamiento de recubrimiento por este. También la variación de la estructura del precursor, la composición del disolvente, o deposición, son condiciones que pueden afectar a la microestructura de las películas depositadas, ya que la información se obtiene a partir de muestras en las películas finas, utilizando técnicas tales como la formación de adherencia durante la técnica sol-gel de formación de la película delgada .



El recubrimiento por inmersión debe de retirarse de sustrato normalmente verticalmente desde el líquido haciendo que tenga un movimiento donde arrastre el líquido en un fluido y así ser capa de límite el mecanismo que divide en dos por encima de la superficie del baño , el exterior . Por lo cual pudimos observar que estas 2 técnicas eran eficaces para la impregnación de la hidroxiapatita en los clavos.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Brief Description of the Dip Coating Process. Copyright 2011 Apex Instruments Co Pvt. Ltd. Consultado en: <http://www.apexicindia.com/en/technologies/dip-coating-technology>.
2. Caracterización de Materiales Cristalinos, 2006. Universidad del País Vasco. Consultado en: <http://www.ehu.es/imacris/PIE06/web/DRXP.htm>
3. Difracción con Rayos X (SA) Instituto de Ciencias de Materiales de Aragón. Consultado en: <http://www.unizar.es/icma/divulgacion/pdf/pdfdifraccionrayos.pdf>
4. Espectrometría de Masas. Instituto de Química, UNAM, todos los derechos reservados 2009 - 2013. Consultado en: <http://www.iquimica.unam.mx/index.php/labdeserviciosiq-alias/difraccion-de-rayos-x>



V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD  
5, 6 y 7 de junio de 2014  
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

5. Materiales aplicados para Biomedica. 2009. Universidad de las Américas Puebla. Consultado en: <http://nanoudla.blogspot.mx/2009/05/materiales-aplicados-para-biomedica.html>
6. Michael H. Ross, Ross, Wojciech Pawlina. *Histología. Texto y atlas color con biología celular y molecular*. 5ª ed. Editorial Médica Panamericana, 2007.
7. Tecnología de los Plásticos. 2012. Consultado en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2012/06/inmersion.html>