

## Una mirada a los hidrogeles para uso medicinal preparados con radiación ionizante

Entre los biomateriales<sup>1</sup> más prometedores por la gran cantidad de aplicaciones y rápida difusión se encuentran los hidrogeles. Ellos están conformados por redes tridimensionales de polímeros conformadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. Un polímero es como si uniésemos con un hilo muchas monedas perforadas por el centro; al final obtenemos una cadena de monedas, en donde las monedas serían los monómeros y la cadena con las monedas sería el polímero. Estos polímeros pueden absorber cantidades significativas de agua (alrededor del 90% en general y, en particular, pueden llegar a contener más del 99%), la cual llena los espacios existentes entre estas grandes moléculas, lo que les da un grado de flexibilidad muy similar al tejido orgánico natural. La cantidad de agua en equilibrio que pueden contener dichas estructuras dependerá de las propiedades del polímero utilizado y de la naturaleza y densidad de las uniones de esta red tridimensional, o sea del entrecruzamiento que generan una trama más abierta o más cerrada.

### Clasificación

Hay hidrogeles reversibles (se disuelven) y no reversibles (no se disuelven). De éstos últimos, están los que pueden responder a estímulos externos (cambios de acidez, temperatura, campo eléctrico y luz) cambiando significativamente su volumen y otros no.

### Optimización mediante el uso de radiación ionizante

En la Comisión Nacional de Energía Atómica se han desarrollado hidrogeles para ser usados en el tratamiento de quemaduras y heridas a partir de diversos compuestos poliméricos y agar-agar, una gelatina vegetal de origen marino. Se realizaron ajustes técnicos en el proceso de preparación para evitar el efecto perjudicial del oxígeno. Las muestras se irradiaron en la Planta de Irradiación Semi Industrial del Centro Atómico Ezeiza con radiación gamma, proveniente de fuentes de cobalto-60, para lograr el entrecruzamiento necesario de las cadenas poliméricas,

lo que mejora sus cualidades. En las fotos se muestra un ejemplo de los hidrogeles preparados.

### USOS Y APLICACIONES DE LOS HIDROGELES

**Apósitos para heridas:** El hidrogel es aplicado directamente sobre el tejido vivo en diferentes tipos de heridas, quemaduras o úlceras, en reemplazo de piel perdida del paciente. Las propiedades más importantes abarcan desde disminución del dolor, protección frente a una excesiva pérdida de fluidos corporales, prevención contra la contaminación de la región afectada por microorganismos externos cumpliendo una eficiente función



antiséptica y de barrera frente a partículas. Aportan oxígeno a la herida y normalmente aceleran notablemente el proceso de curación. Estos hidrogeles se utilizan como láminas transparentes de diferentes tamaños, con espesores de 3 a 4 mm. También se usan en forma de sprays, emulsiones, pomadas y cremas, con o sin la adición de compuestos activos (drogas curativas).

**Como sistema de liberación de medicamentos:** Estos hidrogeles contienen sustancias activas absorbidas en la red polimérica y que son liberadas progresivamente a los



autor:

Ángel Mondino

Doctor en Ciencias Químicas (UBA)

Director del Comité de Becas y Publicaciones (GAATEN-CNEA)

Miembro del Consejo Académico (CNEA)

Docente de la carrera de Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares (IDB-CNEA)

fluidos corporales después de su implantación, inyección u otro tipo de introducción dentro del organismo. Hay dos conceptos diferentes de tales sistemas: uno consiste en la liberación de las moléculas adicionadas al hidrogel, como resultado del hinchamiento del hidrogel dentro del cuerpo; y la segunda, se trata de una erosión gradual del polímero que contiene el medicamento. En este caso, la difusión de la medicina en los alrededores está controlada por la velocidad de la biodegradación. En algunos casos se utilizan hidrogeles como membranas encapsuladoras de alguna sustancia activa. La velocidad de liberación de dicha sustancia varía según el grado de entrecruzamiento y composición



química del hidrogel. A los hidrogeles que responden a estímulos se los denomina "inteligentes", ya que pequeños cambios del medioambiente, tales como cambios de acidez, temperatura, concentración iónica, campo eléctrico o magnético pueden causar cambios en las propiedades de los mismos e influenciar en la velocidad de liberación de la droga.

**Hidrogeles sensibles a estímulos:** Hidrogeles sensibles a la temperatura han sido sugeridos para el uso en una variedad de novedosas aplicaciones que incluyen la liberación controlada de drogas, biomateriales con enzimas inmovilizadas, músculos artificiales y procesos de separación, entre otros.

**Implantes:** Los hidrogeles son materiales útiles como para preparar diversos tipos de implantes tales como prótesis mamarias, para reparar defectos craneales, de nariz, mentón, paladares fisurados o films para reemplazar tímpanos. Entre otras aplicaciones tenemos el uso de hidrogeles para reemplazar cartílagos, realizar implantes de discos intervertebrales, recubrimiento de tendones e injertos para la aorta.

**Sustituyendo órganos artificiales:** Determinadas membranas semipermeables, preparadas en base a hidrogeles, permiten contener células vivas en una matriz tipo cápsula. Las mismas trabajan como un sistema biológico autocontrolado que permite inter-

cambiar con su entorno sustancias nutritivas y excretadas. Como ejemplo de ello podemos citar la preparación e implantación de un páncreas artificial, jugando un rol similar al de dicha glándula endocrina.

**Uso oftalmológico:** Hay un gran número de composiciones poliméricas para la preparación de lentes de contacto. En la preparación de estos hidrogeles a veces se utilizan diversos polímeros para mejorar sus propiedades mecánicas e incrementar su permeabilidad al oxígeno. Para el tratamiento de cataratas suelen usarse lentes intraoculares fabricadas en base a estos materiales. Asimismo, estos hidrogeles también se usan, por ejemplo, en implantes de córneas y como humor vítreo<sup>2</sup> artificial.

**Polímeros inyectables:** Otra novedosa aplicación incluye la fabricación de partículas de dimensiones microscópicas que pueden encapsular especies terapéuticas. Como ejemplos de su amplio potencial de aplicabilidad están los nuevos sistemas de liberación de drogas aplicados a este caso particular y también como agentes bloqueantes de canales dentales microscópicos. También se utilizan como componentes de sustitutos de fluidos sinoviales<sup>3</sup>.

## Conclusión

Es importante destacar los innumerables usos que poseen los hidrogeles en el campo de la salud. Las novedosas investigaciones que se están llevando a cabo en todo el mundo sobre el tema permiten una permanente expansión, diversificación y optimización de sus cualidades. El empleo de radiación ionizante en su producción amplía el rango de sus aplicaciones comerciales y les hace tener un futuro muy promisorio.

## ABREVIATURAS

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica  
 GAATEN: Gerencia de Área Aplicaciones de la Tecnología Nuclear  
 IDB: Instituto Dan Beninson  
 UBA: Universidad Nacional de Buenos Aires

## REFERENCIAS

- 1 Se define biomaterial como cualquier sustancia o combinación de sustancias, de origen natural o sintético, diseñadas para actuar con sistemas biológicos con el fin de evaluar, tratar, aumentar o sustituir algún tejido, órgano o función del organismo humano.
- 2 Es el líquido gelatinoso y transparente que rellena el globo ocular, entre el cristalino y la retina.
- 3 Fluido viscoso y claro que se encuentran en las articulaciones. Reduce la fricción entre los cartílagos y otros tejidos ya que actúa como lubricante y como amortiguador de los movimientos de la articulación.



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable  
 Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/leds

Av. del Libertador 8250 - (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2013 ISBN: 978-987-1323-12-8