

# Oportunidades de la industria textil en el campo de los biomateriales

*La diversificación y la puesta en valor de la investigación y el diseño son dos pautas que la industria textil ha seguido para sortear la fuerte competencia que algunos países emergentes han planteado.*

Un campo que proporciona nuevas oportunidades a la industria textil es el de la biotecnología en su sentido más amplio; la consecución de prendas con aplicaciones sanitarias para aplicaciones muy específicas es, ya, un campo de investigación abierto. Y dentro de las aplicaciones biotecnológicas, la investigación de materiales biológicamente utilizables es un área que abre múltiples oportunidades a la industria textil.

Una primera oportunidad de la industria textil en esta área es su colaboración en la fabricación de materiales porosos que puedan ser aplicados en la regeneración de tejidos biológicos.

La llamada ingeniería tisular (en inglés “tissue engineering”) pretende regenerar distintos tipos de tejidos biológicos que, bien por su degeneración natural, bien por algún tipo de traumatismo o enfermedad, han sufrido daños y que, por sí mismos, son incapaces de regenerarse. El proceso regenerativo, además de toda una serie de técnicas que médicos y biólogos aplican, requiere de unos materiales con propiedades especí-

ficas (scaffolds) que deben ser diseñados tanto para servir de soporte físico y de guía de estos nuevos tejidos, como de inductor del crecimiento y proliferación celular.

Una de las técnicas empleadas para poder diseñar la geometría y grado de porosidad de un material, de características bien definidas, es la de crear, en primer lugar, su negativo o plantilla de porógeno (en inglés “template”), es decir, de “construir sus agujeros”, para después rellenar los huecos dejados con el material elegido para inducir el crecimiento celular. Tras este llenado de huecos, si conseguimos eliminar el “template”, tendremos un material con una arquitectura porosa determinada, y además con propiedades que favorezcan la regeneración tisular.

En este punto es donde la industria textil puede aportar una tecnología que ayude a conseguir una arquitectura de poro controlada. En algunas aplicaciones, como es el caso de la regeneración ósea o cartilaginosa, los poros deberán formar una estructura de canales entrecruzados que es posible reproducir mediante una tela tejida. Esta tela, tejida de un material que pueda ser disuelto fácilmente por un disolvente que no ataque al recubrimiento que conforme el scaffold, puede ser tejida en telares convencionales. En otras aplicaciones, como por ejemplo la regeneración de tejido nervioso, es más conveniente producir scaffolds con una estructura de canales cilíndricos en una única dirección, de modo que estos canales guíen las fibras nerviosas del nervio seccionado o dañado para que puedan recuperar su continuidad.

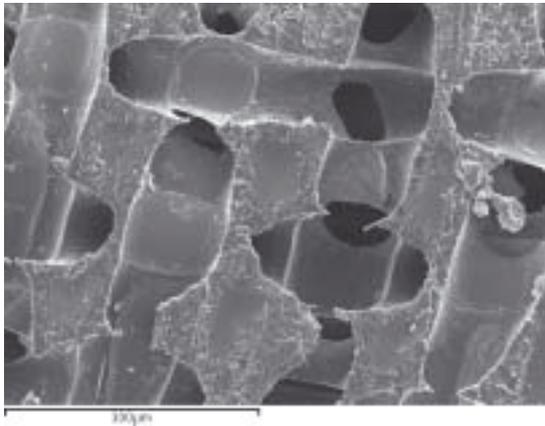


Figura 1. Scaffold producido mediante la utilización de un tejido como porógeno (J.C. Rodríguez Hernández, A. Serrano Aroca, J.L. Gómez Ribelles, M. Monleón Pradas, J. Biomed Mater res Part B: Appl Biomater, en prensa. DOI: 10.1002/jbm.b.30902.

En todos los casos, el control de los parámetros que determinan las características de la tela o fibras producidas es imprescindible para conseguir un material adecuado; el calibre de las fibras o hilos empleados, bien para producir directamente el poro, bien para emplearlos como material para tejer, es determinante, ya que las células de cada uno de los tejidos a regenerar requiere unos tamaños de poro adecuados, que oscilan entre unas 50 y 200  $\mu\text{m}$ , aproximadamente; el poder fabricar un tejido más o menos tupido hará que el scaffold resultante tenga mayor o menor grado de porosidad, otro factor determinante (porosidades mayores del 80 % son usualmente requeridas para estas aplicaciones). La geometría también es determinante, pues las células a cultivar tienen mayor afinidad por determinadas geometrías, y además de poder construir geometrías a base de telas tejidas, también es posible utilizar, por ejemplo, la técnica que se usa en la confección de géneros de punto para producir otros tipos de estructuras porosas. Finalmente, la elección del material que se utilizará como porógeno también es muy importante, pues la mayor o menor facilidad con que este material se disuelva después (sin que el disolvente utilizado dañe al propio material del scaffold), determinará mayor o menor dificultad en el proceso de fabricación.

Las fibras utilizadas para tejer y producir los templates pueden ser las que existen comercialmente disponibles, pero en aquellos casos donde no se dispone de la fibra adecuada, bien por calibre, bien por clase de material, la utilización de una extrusora, que permite ele-

gir tanto uno como otro parámetro (en un rango más o menos amplio de valores), puede ser una solución.

De todos modos, la utilización de fibras mono o multifilamento, o de telas tejidas para producir templates para scaffolds, no es el único procedimiento que la industria textil pone a disposición de los investigadores de materiales; también la utilización de la electrohiladora (en inglés “electrospinning”) abre la posibilidad de producir “madejas” de fibras de distintos materiales que pueden ser utilizados, bien como porógeno, bien directamente como scaffold sobre el que sembrar y hacer cultivos celulares. La utilización de una u otra técnica es algo que depende, tanto de la geometría requerida, como del control del calibre del hilo producido.

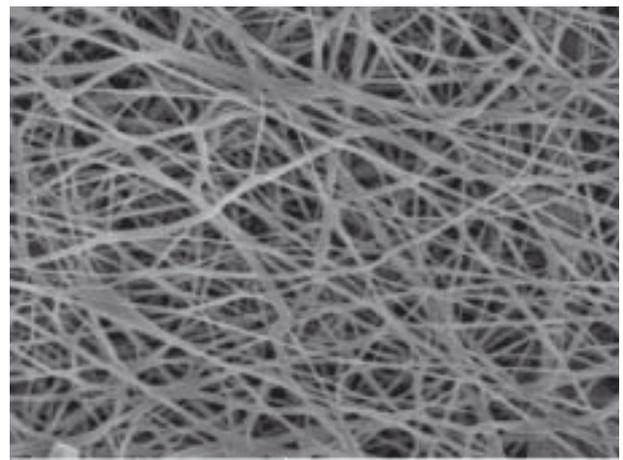


Figura 2. Nanorecubrimiento de PVA desarrollado por AITEX mediante electrohiladora.

Una segunda oportunidad que se abre a la industria textil en el campo de los biomateriales, es la producción de trenzas que puedan ser utilizadas bien como prótesis de tendones o ligamentos, bien como dispositivos para corregir deformaciones esqueléticas.

Algunas de las técnicas tradicionalmente utilizadas para superar las lesiones debidas al daño en tejidos tales como tendones o ligamentos, pasan por la utilización de autoinjertos, con tejidos procedentes del propio paciente, para reparar la zona dañada. En otros casos, la utilización de injertos de tejidos no procedentes del propio paciente (cadáveres o animales) también han sido utilizados.

Estas técnicas pueden presentar problemas. En el caso de los autoinjertos, hay que hacer una doble opera-



ción, extrayendo tejido de una parte sana que, a veces, queda debilitada. En el caso de tejidos no procedentes del propio paciente, la posibilidad de infecciones, de transmisión de enfermedades, o el uso de inmunodepresores para evitar el rechazo son un freno a su utilización.

Como solución a estos problemas planteados, la utilización de prótesis para reparar estas lesiones es una técnica cada vez más utilizada. Pero la introducción de prótesis capaces de reproducir la funcionalidad de un tendón o de un ligamento no es tarea sencilla.

Tanto los tendones como los ligamentos naturales tienen un comportamiento mecánico que es posible “imitar” mediante el trenzado de fibras artificiales. Al ser una trenza un elemento que dispone de una cierta capacidad de alargamiento y recuperación, junto con una gran flexibilidad, su utilización como prótesis es una posibilidad contemplada desde hace algún tiempo. No obstante, la dificultad de producir un trenzado que se adapte de forma fiel al comportamiento mecánico del tendón o ligamento, que este trenzado se pueda llevar a cabo de forma sistematizada, que presente una fácil sutura con los tejidos sobre los que tiene que actuar, y que tenga una larga vida, son todos factores en los que la industria textil puede aportar soluciones.

Las fibras que se utilicen para producir estas trenzas deben ser de materiales que no presenten incompatibilidad biológica, además de poseer unas buenas características mecánicas de módulo y tenacidad. Para este fin, materiales como las fibras de poliamida (Kevlar), con buen comportamiento mecánico pero biológicamente incompatible, o Polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE), también con buenas

propiedades mecánicas y biológicamente compatible son útiles.

Los ligamentos son tejidos que deben tener una gran resistencia con una pequeña capacidad de alargamiento, con el fin de absorber los esfuerzos actuantes sobre las articulaciones.

Los tendones, en cambio, tienen un comportamiento mecánico diferente, ya que deben poseer poca rigidez (elevada capacidad de alargamiento) cuando los esfuerzos que soportan son pequeños, rigidez que debe ir aumentando paulatinamente cuando se incrementan los esfuerzos que debe soportar. Además, cuando cesan los esfuerzos, el tendón, o su prótesis, deben recuperar sus dimensiones originales, evitando que se produzcan deformaciones permanentes que acabarían inutilizando la articulación.

Y todas estas características del tendón se pueden reproducir, con mayor o menor acierto, mediante la utilización de un trenzado de fibras. El trenzado, según como esté hecho, permite imitar la escasa rigidez a bajas cargas para ir aumentando a medida que la carga se incrementa. También la trenza tiene cierta capacidad de recuperación cuando la sollicitación cesa.

Finalmente, sólo decir que estas dos posibles aplicaciones de la industria textil a la biotecnología seguro que se ven ampliadas en el futuro con nuevas posibilidades de colaboración.

**Jorge Más Estellés;  
José Carlos Rodríguez Hernández;  
José Luis Gómez Ribelles  
Centro de Biomateriales.  
Universidad Politécnica de Valencia.**