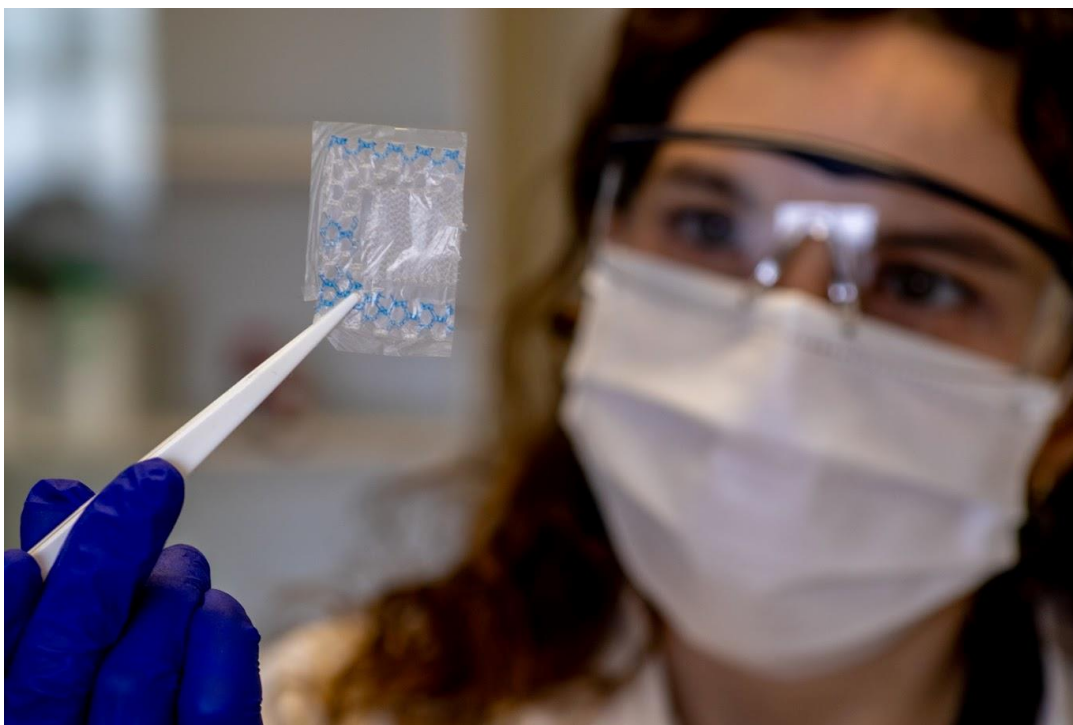


Bio-nanocellulose meshes improve hernia repair surgery

- Bacterial nanocellulose is an emergent biocompatible natural polymer with increasing applicability in the healthcare sector. A potential innovative application can be found in the design of surgical meshes for the treatment of abdominal hernias.
- Researchers from ICMAB-CSIC and B. Braun Surgical, a leading manufacturer of medical devices for wound closure, have collaborated to develop a bio-based surgical mesh with this biomaterial. First results from an *in vivo* animal study yield promising outcomes.



Sole Roig, researcher at the NN group at ICMAB-CSIC, showing a sample of a hybrid mesh of surgical polypropylene and the bio-based bacterial nanocellulose. | ICMAB-CSIC

A common surgical procedure with avoidable complications

20 million patients worldwide suffer abdominal hernias every single year, a common condition that can only be addressed through surgical intervention.

An abdominal hernia involves an internal organ protruding through a small hole or a weakened zone in the walls of the abdomen. A key part of the intervention is the reparation of the abdomen through the use of a surgical mesh that provides mechanical support to the weakened area. Those meshes are predominantly manufactured from synthetic polymers such as polypropylene (PP).

Complications in hernioplasties might involve foreign body reactions and fibrotic adhesion between the mesh and viscera, with high rates of adhesion being reported in approximately 15 % of the cases one year after surgery.

“In this context, strategies to minimize foreign body reactions are needed, since fibrotic adhesion around the implant can trigger a cascade of complications leading to a reoperation of increased complexity”, explains Anna Roig, leader of the Nanoparticles and Nanocomposites (NN) group at the Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB-CSIC).

Beyond possible recurrent operations, adhesions can cause severe chronic pain, digestive disorders or infertility. Such medical complications motivate current efforts to reduce any side effect that may arise from the implantation of surgical meshes.

Towards improved anti-adhesion surgical meshes for hernioplasty

A strategy for the improvement of surgical meshes is to physically isolate the PP mesh from the viscera adding an anti-adhesion barrier. The study published in *Biomaterials Science* presents bacterial nanocellulose as a well-suited biomaterial to create this barrier.

Bacterial nanocellulose is an emergent biocompatible natural polymer with increasing applicability in the healthcare sector, such as in wound dressings, anti-fibrotic protectors for cardiac implants or bio-patches to treat corneal disorders. A potential innovative application shown in this study is the design of surgical meshes for the treatment of abdominal hernias. The work provides new information on the biomaterial mechanical suitability for soft tissue reinforcement evaluated in a range of formats: dry, wet, monolayered, double or triple-layered, and combined with PP meshes.

In vivo studies with animals (rabbits) indicate that bacterial nanocellulose presents adequate handling, suture fixation, manageability and accommodation to the implantation site. After a follow-up of 21 days, the performance of the biopolymer as a soft tissue reinforcement material was evaluated by macroscopic observations and histological analysis. Interestingly, bacterial nanocellulose caused few adhesions, involving only 8 % of the total implanted surface, and the bio-meshes were well integrated into the abdominal wall. Good post-operative recovery indicated that the material was well tolerated by the animals.

Public-private collaboration

These results have been achieved through the collaboration between the Nanoparticles and Nanocomposites Group at the Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB-CSIC), led by Anna Roig, and the R+D Department of B. Braun Surgical, which focus their research and innovations on biomaterials for surgery. To do so, fabrication and basic characterization were performed at ICMAB facilities, while the sterilization, mechanical properties characterization and implantation were managed by B. Braun, following the required standardized protocols for the intended use. Pau Turon, vice-president of B. Braun R&D department stated that “the collaboration between public and private institutions to develop innovative concepts for surgery is one of our priorities as it merges the best of the two worlds”.

Reference article:

In vivo soft tissue reinforcement with bacterial nanocellulose

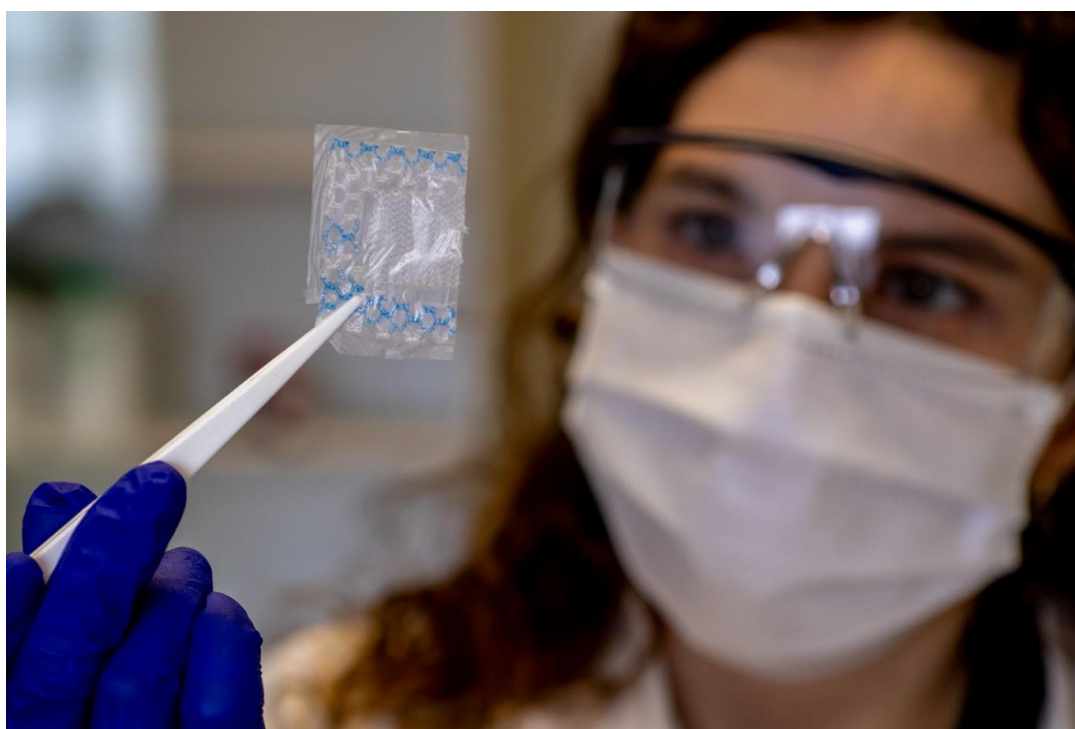
Irene Anton-Sales, Soledad Roig-Sanchez, Kamelia Traeger, Christine Weis, Anna Laromaine, Pau Turon and Anna Roig

Biomater. Sci., 2021, Advance Article

[DOI: 10.1039/D1BM00025J](https://doi.org/10.1039/D1BM00025J)

Mallas quirúrgicas de bio-nanocelulosa mejoran la cirugía de hernias abdominales

- La nanocelulosa bacteriana es un polímero natural y biocompatible con creciente aplicabilidad en el sector sanitario. Una aplicación innovadora se encuentra en el diseño de mallas quirúrgicas para el tratamiento de hernias abdominales.
- Un grupo de investigación del ICMAB-CSIC ha colaborado con B. Braun Surgical, fabricante líder en dispositivos médicos para el tratamiento de heridas internas, para desarrollar una malla quirúrgica de este material. Los primeros resultados de un estudio *in vivo* en animales muestran resultados prometedores.



Sole Roig, investigadora en el grupo NN del ICMAB-CSIC, enseñando una muestra de una malla quirúrgica de polipropileno y nanocelulosa bacteriana. | ICMAB-CSIC

Una intervención quirúrgica común con complicaciones evitables

Cada año, 20 millones de pacientes en todo el mundo sufren hernias abdominales, una afección muy común que sólo puede tratarse mediante intervención quirúrgica.

Una hernia abdominal consiste en un òrgano interno que sobresale a trav9s de una peque1a rotura o una zona debilitada de la pared muscular del abdomen. Una parte fundamental de la intervenci3n es la reparaci3n de la pared abdominal mediante el uso de una malla quirùrgica que proporciona soporte mecànico a la zona debilitada. Estas mallas se fabrican predominantemente con polímeros sintéticos como el polipropileno (PP).

Las complicaciones en las hernioplastias consisten, generalmente, en reacciones a cuerpos extra1os y adherencias fibr3ticas entre la malla y las vísceras, registrándose altas tasas de adherencia en aproximadamente el 15 % de pacientes un a1o despu9s de la cirugía.

"En este contexto, se necesitan estrategias para minimizar las reacciones a cuerpos extra1os, ya que la adhesi3n fibr3tica alrededor del implante puede desencadenar una cascada de complicaciones que conducen a una segunda operaci3n de mayor complejidad", explica Anna Roig, líder del grupo de Nanopartículas y Nanocompuestos (NN) del Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC).

Más allá de posibles operaciones recurrentes, las adherencias pueden causar dolor cr3nico severo, trastornos digestivos o infertilidad. Estas complicaciones m9dicas motivan los esfuerzos actuales para reducir cualquier efecto secundario que pueda surgir de la implantaci3n de mallas quirùrgicas.

Hacia la mejora de mallas quirùrgicas antiadherentes para la hernioplastia

Una estrategia para mejorar las mallas quirùrgicas consiste en aislar físicamente la malla de PP de las vísceras a1adiendo una barrera antiadherente. El estudio publicado en la revista científica *Biomaterials Science* presenta la nanocelulosa bacteriana como un biomaterial muy adecuado para crear esta barrera.

La nanocelulosa bacteriana es un polímero natural y biocompatible, con creciente aplicabilidad en el sector sanitario usado en apósitos para heridas, protectores antifibr3ticos para implantes cardíacos o biomembranas para tratar trastornos de la córnea. La aplicaci3n innovadora que se explora en este estudio se encuentra en el dise1o de mallas quirùrgicas para el tratamiento de hernias abdominales. El trabajo aporta nueva informaci3n sobre la idoneidad mecànica de este material para reforzar tejidos blandos, evaluando el material en diferentes formatos: seco, húmedo, monocapa, doble o triple capa, y combinado con mallas de PP.

Los estudios *in vivo* con animales (conejos) indican que la nanocelulosa bacteriana es fácil de manipular, y presenta una buena fijaci3n de la sutura y acomodaci3n al lugar de implantaci3n. Tras un seguimiento de 21 días, se evalu3 el rendimiento de la nanocelulosa como material de refuerzo de tejidos blandos mediante observaciones macrosc3picas y análisis histol3gicos. Es interesante resaltar que el biomaterial caus3 una baja adherencia, implicando s3lo el 8 % de la superficie total implantada, y que las biomallas se integraron bien en la pared abdominal. La buena recuperaci3n postoperatoria indica que la nanocelulosa bacteriana es bien tolerada por los animales.

Colaboración público-privada

Estos resultados se han conseguido gracias a la colaboración entre el grupo de Nanopartículas y Nanocompuestos del Instituto de Ciencia de los Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC), liderado por Anna Roig, y el Departamento de I+D de B. Braun Surgical, especialistas en innovaciones en el campo de materiales para cirugía de hernias. En este estudio en concreto, la fabricación y la caracterización básica del biomaterial se realizó en las instalaciones del ICMAB, mientras que la esterilización, la caracterización de las propiedades mecánicas y la implantación de la malla fueron gestionadas por B. Braun, siguiendo los protocolos estandarizados para el uso previsto. Pau Turon, vicepresidente del departamento de I+D de B. Braun, afirma que "la colaboración entre instituciones públicas y privadas para desarrollar conceptos innovadores para este tipo de cirugía es una de nuestras prioridades, ya que fusiona lo mejor de los dos mundos".

Artículo de referencia:

In vivo soft tissue reinforcement with bacterial nanocellulose

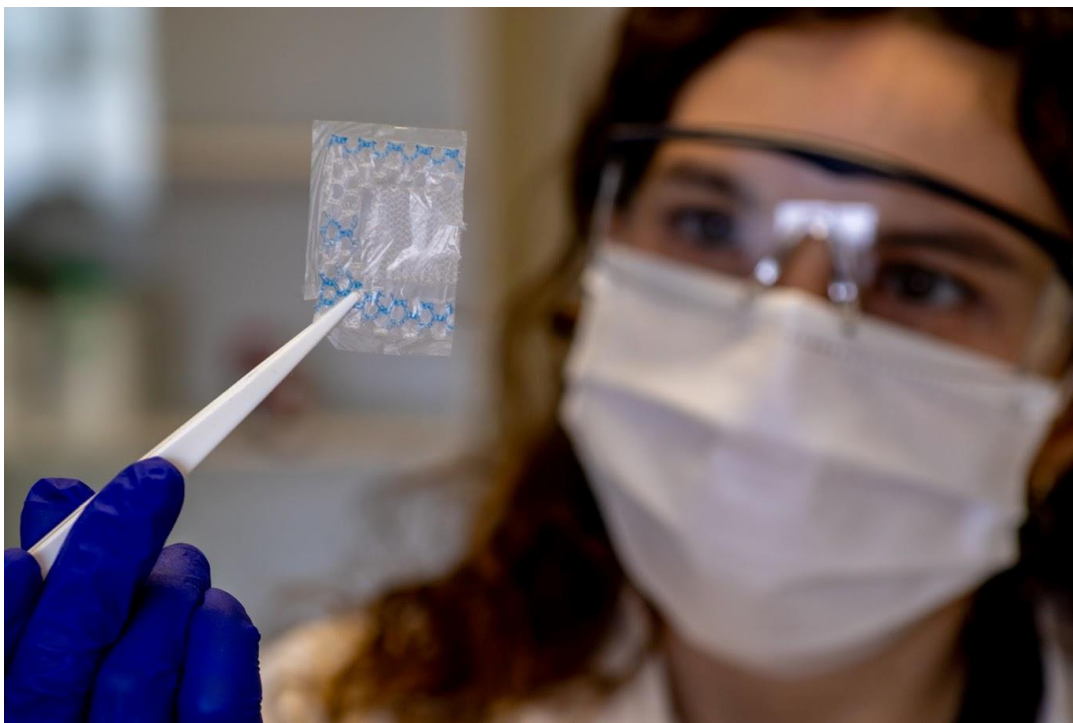
Irene Anton-Sales, Soledad Roig-Sanchez, Kamelia Traeger, Christine Weis, Anna Laromaine, Pau Turon and Anna Roig

Biomater. Sci., 2021, Advance Article

[DOI: 10.1039/D1BM00025J](https://doi.org/10.1039/D1BM00025J)

Malles quirúrgiques de bio-nanocel·lulosa milloren la cirurgia d'hèrnies abdominals

- La nanocel·lulosa bacteriana és un polímer natural i biocompatible amb creixent aplicabilitat en el sector sanitari. Una aplicació innovadora es troba en el disseny de malles quirúrgiques per al tractament d'hèrnies abdominals.
- Un grup de recerca de l'ICMAB-CSIC ha col·laborat amb B. Braun Surgical, fabricant líder en dispositius mèdics per al tractament de ferides internes, per a desenvolupar una malla biològica de nanocel·lulosa bacteriana. Els primers resultats d'un estudi *in vivo* en animals han donat lloc a resultats molt prometedors.



Sole Roig, investigadora del grup NN de l'ICMAB-CSIC, ensenyant una mostra de les malles quirúrgiques de polipropilè i nanocel·lulosa bacteriana. | ICMAB-CSIC

Una intervenció quirúrgica comuna amb complicacions evitables

Cada any, 20 milions de pacients a tot el món pateixen hèrnies abdominals, una afecció molt comuna que només pot tractar-se mitjançant una intervenció quirúrgica.

Una hèrnia abdominal té lloc quan un òrgan intern sobresurt a través d'un petit trencament o zona debilitada de la paret muscular de l'abdomen. Una part fonamental de la intervenció és la reparació de la paret abdominal mitjançant l'ús d'una malla quirúrgica que proporciona suport mecànic a la zona debilitada. Aquestes malles es fabriquen predominantment amb polímers sintètics com el polipropilè (PP).

Les complicacions en les hernioplàsties consisteixen, generalment, en reaccions a cossos estranys i adherències fibròtiques entre la malla i les vísceres, registrant-se altes taxes d'adherència en aproximadament el 15 % de pacients un any després de la cirurgia.

"En aquest context, necessitem estratègies per minimitzar les reaccions a cossos estranys, ja que l'adhesió fibròtica al voltant de l'implant pot desencadenar una cascada de complicacions que condueixen a una segona operació de major complexitat", explica Anna Roig, líder del grup de Nanopartícules i Nanocompostos (NN) de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC).

Més enllà de possibles operacions recurrents, les adherències poden causar dolor crònic sever, trastorns digestius o infertilitat. Aquestes complicacions mèdiques motiven els esforços actuals per tal de reduir qualsevol efecte secundari que pugui sorgir de la implantació de malles quirúrgiques.

Cap a la millora de malles quirúrgiques antiadherents per a les hernioplàsties

Una estratègia per millorar les malles quirúrgiques consisteix a aïllar físicament la malla de PP de les vísceres afegint-hi entremig una barrera antiadherent. L'estudi que ara es publica a la revista científica *Biomaterials Science* presenta la nanocel·lulosa bacteriana com un biomaterial adequat per crear aquesta barrera.

La nanocel·lulosa bacteriana és un polímer natural i biocompatible, amb creixent aplicabilitat en el sector sanitari; en apòsits per ferides, protectors antifibròtics per a implants cardíacs o biomembranes per tractar trastorns de la còrnia. L'aplicació innovadora que s'explora en aquest estudi es troba en el disseny de malles quirúrgiques per al tractament d'hèrnies abdominals. El treball aporta nova informació sobre la idoneïtat mecànica d'aquest material per reforçar teixits tous, avaluant el material en diferents formats: sec, humit, monocapa, doble o triple capa, i combinat amb malles de PP.

L'estudi *in vivo* amb animals (conills) indica que la nanocel·lulosa bacteriana és fàcil de manipular, i presenta una bona fixació de la sutura i acomodació al lloc d'implantació. Després d'un seguiment de 21 dies, es va avaluar el rendiment de la nanocel·lulosa com a material de reforç de teixits tous mitjançant observacions macroscòpiques i anàlisi histològica. És interessant ressaltar que el biomaterial va causar poca adherència, implicant només el 8 % de la superfície total implantada, i que les biomalles es van integrar sense problemes a la paret abdominal. A més, la bona recuperació postoperatòria indica que la nanocel·lulosa bacteriana és ben tolerada pels animals.

Col·laboració publicoprivada

Aquests resultats s'han aconseguit gràcies a la col·laboració entre el grup de Nanopartícules i Nanocompostos de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), liderat per la investigadora Anna Roig, i el Departament de R+D de B. Braun Surgical, especialistes en innovacions en el camp dels biomaterials per a cirurgia. En aquest estudi en concret, la fabricació i la caracterització bàsica del biomaterial es van realitzar a les instal·lacions de l'ICMAB, mentre que l'esterilització, la caracterització de les propietats mecàniques i la implantació de la malla van ser gestionades per B. Braun, seguint els protocols estandarditzats necessaris per a l'ús previst. Pau Turon, vicepresident del departament de R+D de B. Braun, afirma que "la col·laboració entre institucions públiques i privades per tal de desenvolupar conceptes innovadors per aquestes cirurgies és una de les nostres prioritats, ja que fusiona el millor dels dos mons".

Article de referència:

In vivo soft tissue reinforcement with bacterial nanocellulose

Irene Anton-Sales, Soledad Roig-Sanchez, Kamelia Traeger, Christine Weis, Anna Laromaine, Pau Turon and Anna Roig

Biomater. Sci., 2021, Advance Article

[DOI: 10.1039/D1BM00025J](https://doi.org/10.1039/D1BM00025J)