

El reto de los stents bioabsorbibles: ¿pueden los nuevos materiales y la curcumina renovar la salud del corazón?

Cecilia Paulina González Lozano¹ y Tonantzi Pérez Moreno^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería

* Dirección para correspondencia: tonantzi.perez@uaq.mx

Las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en México y en el mundo, ya que los infartos y los accidentes cerebrovasculares cobran más de 19.8 millones de vidas al año. Estas enfermedades engloban diversas afecciones del corazón y de los vasos sanguíneos. Una de ellas es la aterosclerosis, un proceso en el que se acumula placa formada por grasa, colesterol, calcio y otras sustancias en las arterias, lo que limita el flujo sanguíneo y puede dar lugar a enfermedad coronaria, dolor de pecho e infartos (OMS, s. f.), como se muestra en la Figura 1.

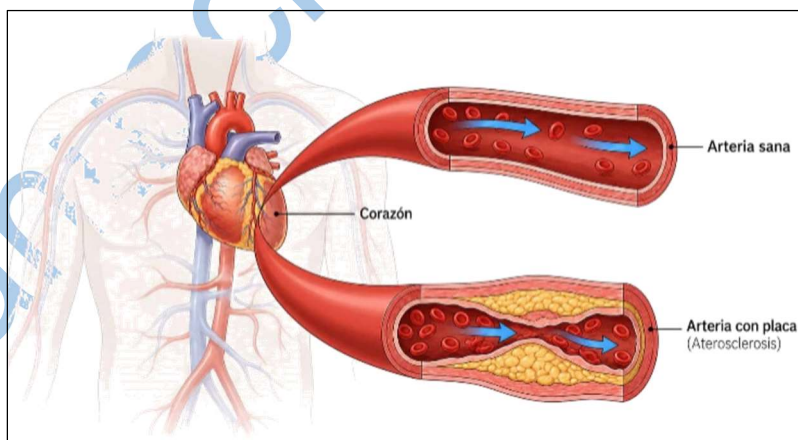


Figura 1. Formación de una obstrucción por aterosclerosis. Representación del corazón y una arteria coronaria en la que se observa la acumulación progresiva de grasas, colesterol, calcio y otras sustancias en la pared arterial. Esta placa reduce el espacio disponible para el paso de la sangre y puede limitar el suministro de oxígeno al músculo cardíaco.

Hoy en día existen intervenciones para tratar la enfermedad coronaria grave, como la intervención coronaria percutánea, también conocida como angioplastia, que consiste en abrir arterias bloqueadas con ayuda de un pequeño dispositivo llamado *stent*. Este funciona como una malla en forma de tubo, metálica o polimérica, que se implanta en la arteria para restablecer el flujo sanguíneo y evitar que vuelva a estrecharse (Brigham and Women's Hospital, s. f.) (ver Figura 2).

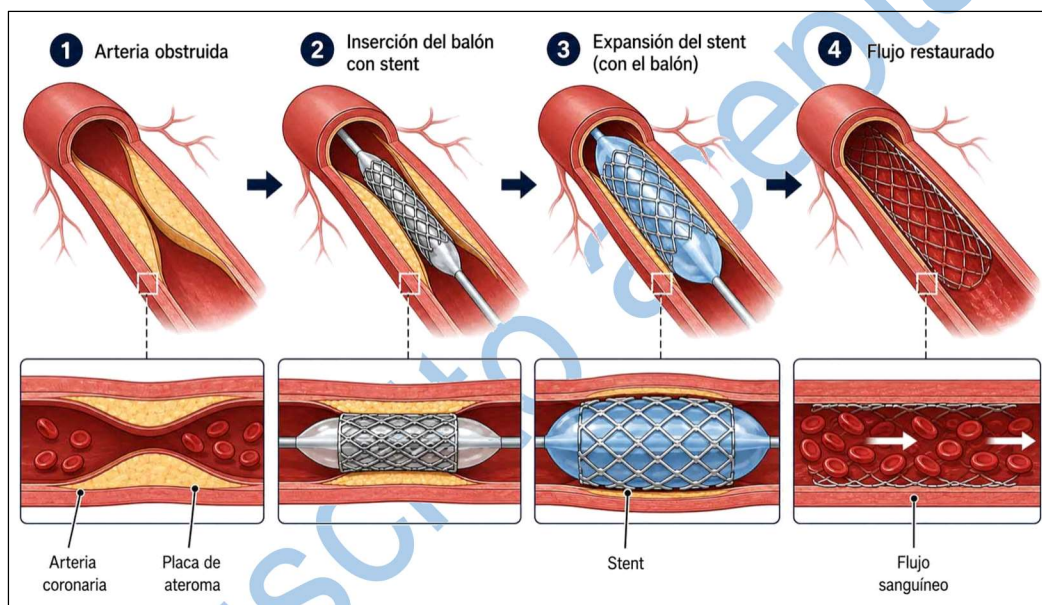


Figura 2. Angioplastia coronaria y colocación de un *stent*. Representación del procedimiento utilizado para abrir una arteria coronaria estrechada. Un balón se expande en la zona de la obstrucción y permite colocar el *stent*, una estructura tubular que permanece dentro del vaso para sostener sus paredes y facilitar el flujo sanguíneo.

Los límites de los *stents* actuales

Aunque los *stents* mejoraron notablemente los resultados de la angioplastia, su desarrollo no terminó con los primeros dispositivos metálicos. Con el tiempo

surgieron nuevas generaciones destinadas a corregir problemas como la reestenosis, la inflamación y la formación de trombos. Sin embargo, cada avance también introdujo nuevos desafíos.

Los primeros *stents* metálicos proporcionaban un soporte firme y permanente, pero podían favorecer el crecimiento excesivo de tejido alrededor del dispositivo. Para reducir este problema se desarrollaron los *stents* liberadores de fármacos, recubiertos con sustancias que limitan la proliferación celular. Estos dispositivos disminuyeron la reestenosis, aunque no eliminaron por completo el riesgo de trombosis ni las consecuencias de mantener una estructura metálica de forma permanente dentro de la arteria (Mani *et al.*, 2007; Beshchasna *et al.*, 2020). Por ello, los *stents* bioabsorbibles se investigan como una posible alternativa que podría brindar apoyo temporal a la arteria sin permanecer de forma indefinida en el organismo. Sin embargo, el desarrollo de estos últimos ha tenido tropiezos clínicos debido a una resistencia mecánica insuficiente, degradación descontrolada o un mayor riesgo de trombosis tardía. Este antecedente demuestra que el reto médico no consiste solo en lograr que un dispositivo desaparezca, sino en garantizar que el vaso sanguíneo mantenga su estructura y se recupere adecuadamente.

¿Qué aportan la PCL, PLLA y la curcumina al diseño de *stents* bioabsorbibles?

En una angioplastia se puede necesitar soporte mecánico mientras el vaso se adapta a la intervención y recupera parte de su funcionamiento. Sin embargo, el

tiempo durante el cual este soporte resulta necesario depende de factores como las características de la lesión, la respuesta del vaso y el tipo de dispositivo utilizado en cada paciente. Por ello, los *stents* bioabsorbibles han despertado interés, ya que están diseñados para mantener temporalmente abierta la arteria y degradarse progresivamente una vez cumplida su función. Además, se estudian diversos materiales con propiedades como biocompatibilidad, flexibilidad, reabsorción y baja toxicidad, gracias a que sus productos de degradación pueden ser metabolizados y eliminados por el cuerpo sin causar efectos adversos (Scafa Udriște *et al.*, 2021).

La combinación de la policaprolactona (PCL), el ácido poli-L-láctico (PLLA) y curcumina se investiga porque integra materiales con propiedades complementarias para el diseño de *stents* bioabsorbibles. La PCL destaca por su biocompatibilidad, su lenta degradación y su utilidad en sistemas de liberación de fármacos (Abodunrin *et al.*, 2024), mientras que el PLLA aporta mayor estabilidad y soporte estructural, dos propiedades necesarias en dispositivos cardiovasculares biodegradables (Capuana *et al.*, 2022). Por su parte, la curcumina, principal compuesto activo de la cúrcuma, se está utilizando por sus efectos antiinflamatorios, antioxidantes y antiproliferativos en estudios de laboratorio in vitro y preclínicos, así como por su posible liberación gradual desde materiales biodegradables, lo que la convierte en una candidata para reducir complicaciones asociadas con la reestenosis (Ghafoor *et al.*, 2020). Sin embargo, aún se requiere demostrar que conserve su actividad después de incorporarse al material, y que pueda liberarse en una cantidad adecuada produciendo beneficios seguros y eficaces en condiciones clínicas.

En conjunto, esta combinación permite pensar en un *stent* capaz no solo de mantener la arteria abierta de forma temporal, sino también de aportar una función terapéutica adicional. No obstante, su posible utilidad dependerá de lograr un equilibrio entre la resistencia del dispositivo, su velocidad de degradación y la liberación controlada del compuesto, además de comprobar su seguridad mediante estudios experimentales y clínicos.

¿Qué aporta el electrohilado?

Para fabricar estas estructuras se investiga la técnica de electrohilado, que consiste en aplicar un alto voltaje a una solución polimérica para generar un chorro muy fino que, al dirigirse hacia un colector, se estira, se adelgaza y finalmente se solidifica en forma de fibras (Bhardwaj y Kundu, 2010) (ver Figura 3). Su interés en aplicaciones cardiovasculares radica en generar estructuras de mallas que pueden favorecer la biodegradabilidad, la liberación controlada de compuestos y la personalización del diseño del dispositivo (Huang, 2021). Su interés en aplicaciones cardiovasculares radica en generar estructuras de mallas que pueden favorecer la biodegradabilidad, la liberación controlada de compuestos y la personalización del diseño del dispositivo (Huang *et al.*, 2021). A pesar de estas características, el electrohilado no es una solución definitiva, sino que representa un reto de ingeniería, pues es una herramienta aún en desarrollo y es esencial que cumpla requisitos

mecánicos, biológicos, de fabricación y seguridad comprobados mediante pruebas y procesos específicos.

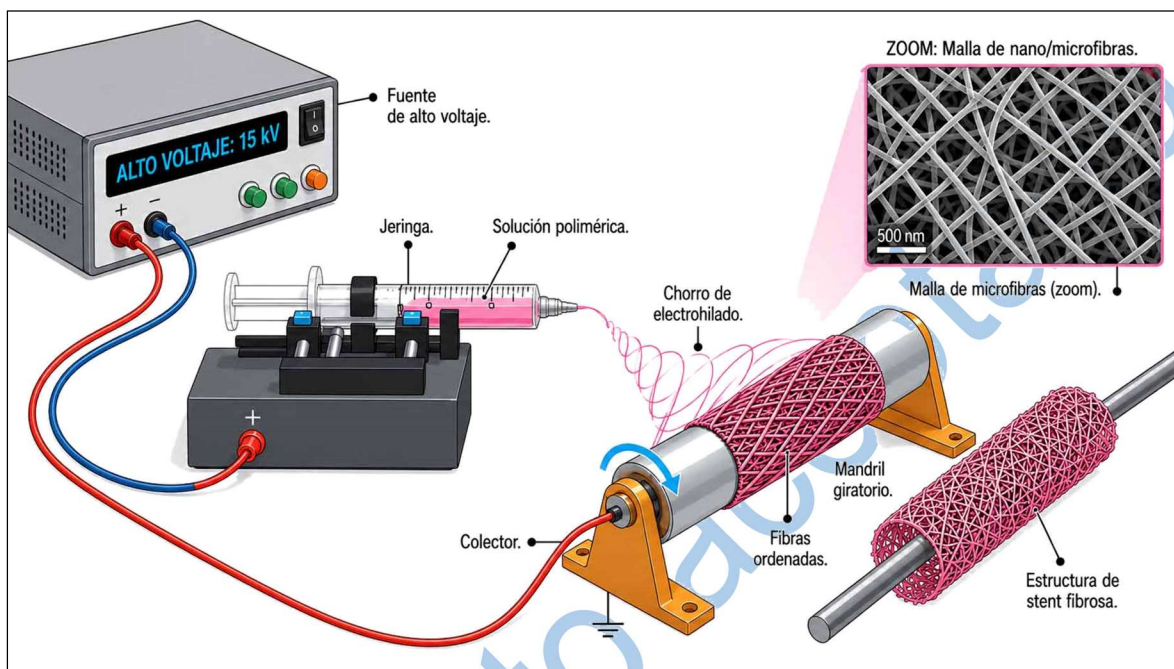


Figura 3. Proceso de electrohilado. Una solución formada por polímeros se introduce en una jeringa y se somete a un campo eléctrico de alto voltaje. La fuerza eléctrica genera un chorro muy fino que se estira durante su recorrido hasta depositarse sobre un colector en forma de fibras. La estructura final puede utilizarse para investigar materiales biodegradables y sistemas de liberación controlada de compuestos bioactivos.

El equilibrio que aún falta alcanzar

El desarrollo de *stents* bioabsorbibles plantea una solución distinta porque busca reducir problemas asociados con los *stents* convencionales. Para ello, el dispositivo debe ser suficientemente resistente para soportar la presión de la arteria y evitar que el vaso se cierre nuevamente. A la par necesita cierta flexibilidad para adaptarse

a los movimientos y dimensiones del vaso. Asimismo, la pérdida de resistencia debe ocurrir de forma coordinada con la recuperación del vaso, pues si el material se degrada demasiado pronto, podría dejar de proporcionar soporte antes de tiempo; en este sentido, si lo hace muy lentamente o de manera irregular, puede prolongar la presencia de fragmentos y favorecer una respuesta inflamatoria.

En este contexto, la combinación de PCL, PLLA y la curcumina, se destaca por reunir propiedades complementarias. Pero reunir estas propiedades en un mismo sistema implica controlar la proporción de los materiales, la estructura de las fibras, la resistencia mecánica, la velocidad de degradación y la liberación del compuesto.

Por ello, más que una solución definitiva o inmediata esta propuesta forma parte de la búsqueda de un equilibrio que todavía no se ha alcanzado: un *stent* capaz de sostener la arteria durante el tiempo necesario, degradarse de manera predecible y no generar nuevas complicaciones. El estudio de estos materiales radica precisamente en comprender sus posibilidades y limitaciones antes de considerar su aplicación en pacientes.

Referencias

Abodunrin OD, Bricha M and El Mabrouk K (2024). Developments in 3D-Printed Polymeric Materials and Bioactive Materials Integration for Biomedical Applications. *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering* 10.1016/B978-0-323-95486-0.00028-4. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95486-0.00028-4>.

Beshchasna N, Saqib M, Kraskiewicz H *et al.* (2020). Recent Advances in Manufacturing Innovative Stents. *Pharmaceutics* 12(4):349. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12040349>.

Bhardwaj N and Kundu SC (2010). Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique. *Biotechnology Advances* 28(3):325-347. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.01.004>.

Brigham and Women's Hospital (s. f.). Coronary Disease Treatment. Brigham and Women's Hospital. Disponible en: <https://www.brighamandwomens.org/medical-resources/coronary-disease-treatment>. Consultado el 17 de marzo de 2026.

Capuana E, Lopresti F, Ceraulo M and La Carrubba V (2022). Poly-L-Lactic Acid (PLLA)-Based Biomaterials for Regenerative Medicine: A Review on Processing and Applications. *Polymers* 14(6):1153. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14061153>.

Ghafoor B, Ali MN and Riaz Z (2020). Synthesis and Appraisal of Natural Drug-Polymer-Based Matrices Relevant to the Application of Drug-Eluting Coronary Stent Coatings. *Cardiology Research and Practice* 2020:4073091. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/4073091>.

Huang WH, Huo M, Cheng N and Wang R (2021). New Forms of Electrospun Nanofibers Applied in Cardiovascular Field. *Frontiers in Cardiovascular Medicine* 8:801077. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.801077>.

Mani G, Feldman MD, Patel D and Agrawal CM (2007). Coronary *stents*: A materials perspective. *Biomaterials* 28(9):1689-1710. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.11.042>.

OMS (Organización Mundial de la Salud) (s. f.). Enfermedades cardiovasculares. OMS. Disponible en: <https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases>. Consultado el 17 de marzo de 2026.

Scafa Udrishte A, Niculescu AG, Grumezescu AM and Bădilă E (2021). Cardiovascular *Stents*: A Review of Past, Current, and Emerging Devices. *Materials* 14(10):2498. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14102498>.