

Adhesión de parches cardíacos impresos en 3D: influencia de la geometría y la elasticidad del hidrogel en estrategias de terapia celular postinfarto

Claudia Báez Díaz(1), Elena Santos Villa(1), Juan Carlos Gómez Blanco(1), Tiago Miguel Cardoso Castro(1), Verónica Crisóstomo Ayala(1), José Blas Pagador(1) y Francisco Miguel Sánchez Margallo(1) de (1)Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón (CCMIJU), Cáceres - España

Introducción: Las estrategias de ingeniería tisular cardíaca basadas en parches implantables representan una aproximación prometedora para la administración localizada de terapias celulares dirigidas a la regeneración del miocardio tras un infarto agudo de miocardio (IAM). Un requisito clave para su eficacia es la adecuada integración mecánica y biológica con el tejido cardíaco, lo que depende tanto de la elasticidad del biomaterial como del diseño estructural del parche. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la elasticidad del hidrogel y la geometría de parches impresos en 3D sobre la adhesión al miocardio, como paso previo al desarrollo de plataformas funcionales para terapia celular.

Métodos: Se diseñaron y fabricaron parches cardíacos impresos en 3D utilizando dos biomateriales con diferentes propiedades mecánicas: gelatina (alta elasticidad) y goma gellan (mayor rigidez). Cada material se configuró en dos geometrías (sólida y tipo malla). Se implantaron un total de ocho parches en cuatro modelos porcinos (Large White, 35–40 kg) mediante toracotomía y pericardiotomía, fijándolos directamente sobre la superficie miocárdica. El área efectiva de contacto parche-tejido se cuantificó mediante análisis morfométrico con Image J a partir de imágenes macroscópicas intraoperatorias.

Resultados: La elasticidad del biomaterial demostró ser el principal determinante de la adhesión interfase. Los parches basados en gelatina mostraron un mayor contacto con el miocardio (98,6±0,6% en diseño sólido y 98,2±0,3% en malla) en comparación con los de goma gellan (88,7±0,9% en sólido y 84,2±1,2% en malla) (Imagen). La geometría en malla no comprometió la adhesión, lo que sugiere que diseños más abiertos pueden emplearse para favorecer la difusión de nutrientes y la incorporación celular sin perder contacto con el tejido. Todos los diseños alcanzaron valores superiores al 80% de contacto.

Conclusiones: La elasticidad del hidrogel es un factor clave en la integración de parches cardíacos con el miocardio. Los biomateriales más elásticos favorecen una mejor adhesión interfase, lo que resulta fundamental para el desarrollo de parches capaces de vehiculizar terapia celular y promover la regeneración del tejido tras un IAM. Estos resultados apoyan el uso de hidrogeles basados en biopolímeros como plataformas prometedoras en estrategias avanzadas de reparación miocárdica.

