

CREACIÓN DE UN ENTORNO NUMÉRICO-EXPERIMENTAL PARA LA CARACTERIZACIÓN MECÁNICA Y EL DISEÑO DE UNA MALLA PARA UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA VENTRICULAR

Nicolás Laita (1), Miguel Ángel Martínez (1,2), Manuel Doblaré (1,2), Estefanía Peña (1,2)

1 Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

2 Centro de Investigación Biomédica en Red. Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN), España

XI JORNADA DE JÓVENES INVESTIGADORES DEL I3A

Introducción

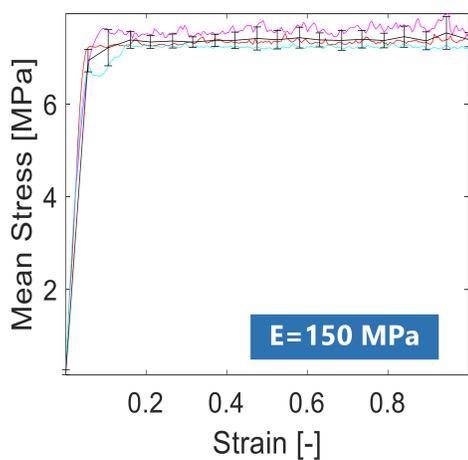
El infarto de miocardio (IM) ocurre por la necrosis de parte del tejido cardíaco, conllevando una reducción de sus propiedades mecánicas y eléctricas y, consecuentemente, una pérdida en la capacidad de bombeo. Uno de los tratamientos más estandarizados es la aplicación de un dispositivo de asistencia ventricular (VAD), que suple la pérdida de capacidades tras el IM. No obstante, estos dispositivos no suponen una solución duradera debido a múltiples complicaciones a medio-largo plazo. En los últimos años, la aplicación de nuevas metodologías han dado lugar al desarrollo de VADs biológicos (BioVAD), que tienen como objetivo restaurar la capacidad de bombeo del corazón infartado. Siguiendo esta línea, el dispositivo estudiado consiste en una malla de policaprolactona (PCL), impresa mediante Melt Electrowriting (MEW) que será posteriormente celularizada. Este trabajo se centra en el diseño de la malla del BioVAD, con el objetivo de optimizar su diseño mecánico en base a los requerimientos fisiológicos que soportará una vez sea implantado

Métodos

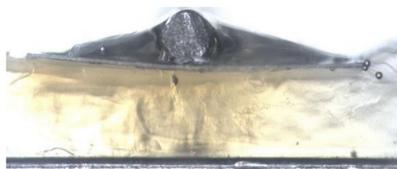
- El objetivo de este estudio es la implementación de un entorno computacional para mejorar el diseño mecánico de la malla de PCL del BioVAD

Caracterización experimental previa

Material elastoplástico isótropo



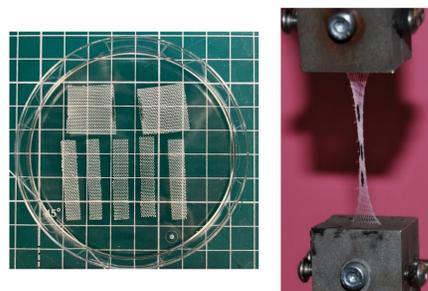
Láminas de PCL de 500 micras de espesor impresas por MEW



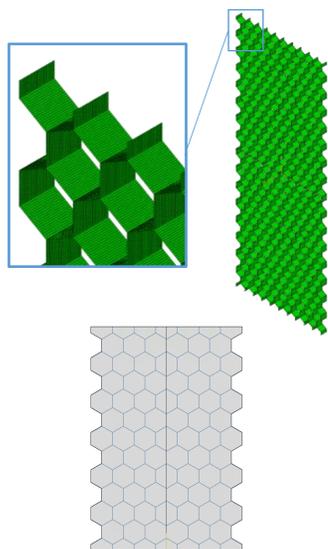
Hidrogel GelMA al 5%
Ensayos de compresión: 6 kPa, $\nu=0.45$

Implementación y validación del entorno computacional

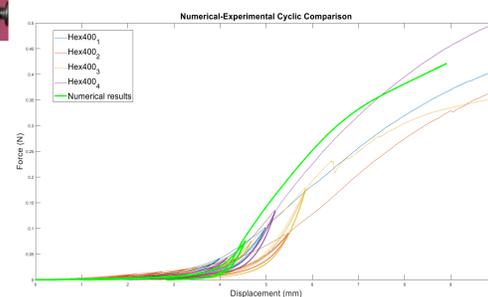
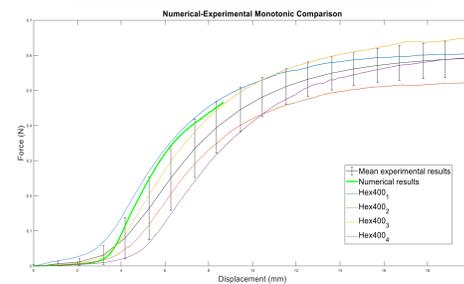
Ensayos uniaxiales cíclicos y monotónicos sobre mallas



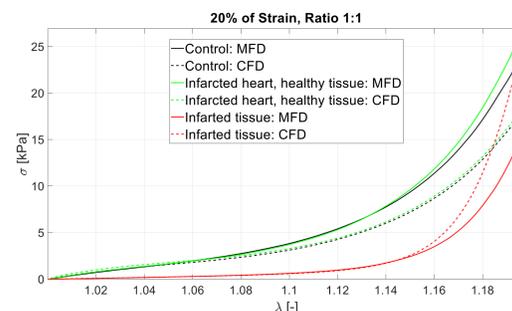
Implementación de MEF



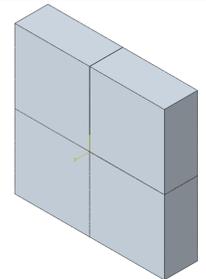
Validación del modelo



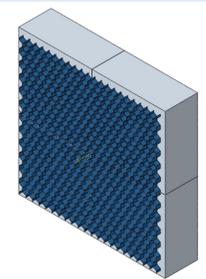
Caracterización de tejido cardíaco



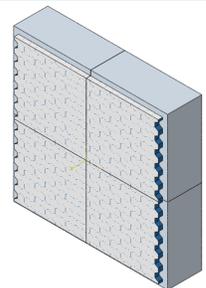
Miocardio (M)



Miocardio + Malla (MS)

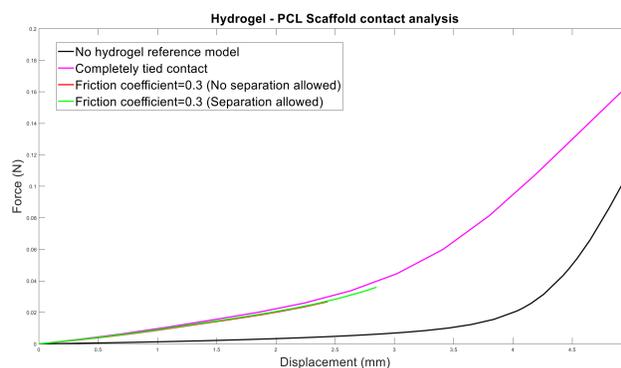
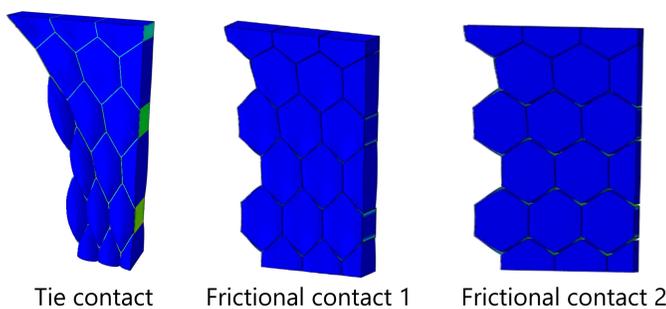


Miocardio + Malla + Hidrogel (MSH)

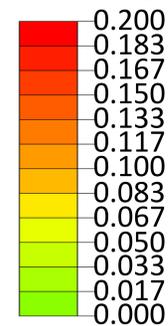


Resultados

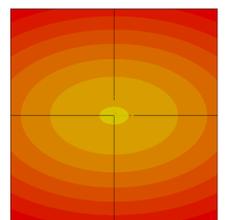
- Respuesta más rígida en régimen uniaxial (malla + hidrogel)
- Respuesta similar en régimen biaxial (BioVAD + tejido cardíaco)
- El hidrogel tiene cierto impacto sobre la respuesta global pero no en régimen fisiológico
- Reducción de un 25-30% en la capacidad de extensión (pasiva) del tejido al implantar el dispositivo



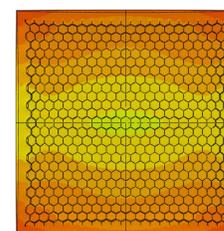
Stretch [-]



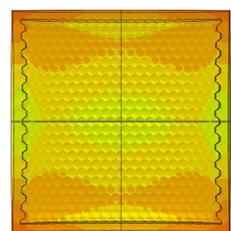
M - 20%



MS - 15.2%



MSH - 13.5%



Conclusiones y líneas futuras

- Los resultados obtenidos para las mallas de PCL, el hidrogel y el tejido cardíaco muestran un comportamiento coherente con lo observado en literatura
- Se ha observado una gran reproducción numérica de la respuesta experimental
- Se deberá tender a minimizar la rigidez del BioVAD ya que condiciona el movimiento del tejido, principalmente la malla de PCL
- El siguiente paso es ampliar la caracterización experimental en régimen biaxial y con muestras de hidrogel + malla
- Se pretenden analizar diferentes patrones de malla a parte del hexagonal

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de la investigación de la Comunidad Económica Europea a través del Proyecto BRAV3, C1-BHC-07-2019, H2020 y al Ministerio de Economía a través del proyecto DPI2016-76630-C2-1-R.

Referencias

- Holzappel et al, Philo. Trans. R. Soc. 367 (2009) 3445-3475
- Dokos et al, Am. J. Physiol. 283 (2002) H2650-2659.
- Sommer et al, Acta biomat., 24, (2005) 172-192
- Castilho et al. Advanced Functional Materials, 2018, vol. 28, no 40, p. 1803151
- Schuurman et al. Macromolecular bioscience, 2013, vol. 13, no 5, p. 551-561