

Análisis paramétrico de estructuras augéticas para andamios

Óscar Lecina Tejero, María Ángeles Pérez, Carlos Borau Zamora

Afiliación: Multiescala en Ingeniería Mecánica y Biológica (M2BE)
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.
Tel. +34-976762707, e-mail: olecina@unizar.es

Resumen

Se analiza mediante simulaciones numéricas la utilización de diseños de geometrías augéticas para construir andamios de ingeniería de tejidos. Se estudia la influencia de los parámetros geométricos de estos diseños en el comportamiento mecánico del andamio, y se compara con el comportamiento de la piel recogido en la literatura.

Cuerpo

Introducción

La piel es el órgano más grande del cuerpo y las tres capas de tejido que la componen tienen diferentes propiedades mecánicas¹ según la parte del cuerpo en la que se analicen. La piel puede sufrir grandes heridas como consecuencia de quemaduras, necesitando algún tipo de apósito o andamio que favorezca la regeneración de ésta. El objetivo de este trabajo es estudiar diferentes diseños para los andamios cuyas propiedades mecánicas se puedan modificar en función de las necesidades del paciente. Estos diseños incluyen geometrías augéticas, lo que implica que tienen un coeficiente de Poisson negativo por el que, al soportar un esfuerzo de tracción o compresión uniaxial, sus dimensiones en las direcciones transversales aumentan o disminuyen respectivamente.

Materiales y métodos

Se ha llevado a cabo un estudio paramétrico de las geometrías mediante simulaciones numéricas basadas en el método de los elementos finitos (Abaqus). Se han desarrollado una serie de scripts de Python que automatizan el proceso de diseño, cálculo y post-procesado de resultados de cada modelo.

Los modelos de andamio se han simulado utilizando elementos B21 que forman una celda básica 2D según los parámetros de la geometría, que son las dimensiones de los lados de la geometría o el ángulo que forman las fibras. Esta celda se reproduce posteriormente en el plano, dando lugar a una lámina

con tamaños en el orden de 5 x 5 mm. Se han aplicado las condiciones de contorno necesarias para simular ensayos de tracción uniaxial sobre el andamio. Adicionalmente a los resultados de fuerzas, tensiones y desplazamientos, se ha calculado el coeficiente de Poisson de la estructura del andamio midiendo el desplazamiento de los extremos de la red y relacionándolos con la longitud del modelo en ambas direcciones.

Resultados y discusión

Se han realizado un total de 1040 simulaciones con estas geometrías, variando la relación de aspecto de sus dimensiones y el ángulo de plegado inicial, tanto en tracción vertical como horizontal.

A partir de estas simulaciones se han podido calcular numéricamente los valores de tensión y el coeficiente de Poisson máximo de los modelos, que se comparan (ver Tabla 1) con algunos resultados experimentales de la tensión de rotura de la piel y el coeficiente de Poisson máximo de ésta, obtenidos de la literatura^{1,2}.

Conclusiones

El estudio paramétrico ha permitido observar la influencia de los diferentes parámetros de las geometrías augéticas en el comportamiento mecánico del andamio, sentando las bases para el desarrollo de una herramienta de selección de parámetros óptimos en función de los requisitos y aplicación deseada.

REFERENCIAS

- [1]. JOODAKI, H. and PANZER, M.B. Skin mechanical properties and modeling: A review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*. 2018, 232(4), 323-343. Available from: doi: 10.1177/0954411918759801.
- [2]. DWIVEDI, K.K., LAKHANI, P., KUMAR, S. and KUMAR, N. Effect of collagen fibre orientation on the Poisson's ratio and stress relaxation of skin: an *ex vivo* and *in vivo* study. *Royal Society Open Science*. 2022, 9: 211301 Available from: doi: 10.1098/rsos.211301.



Figura 1: Geometrías augéticas ‘Sandglass’, ‘Arrowhead’ y ‘Re-chiral’, respectivamente.

Tabla 1. Comparación entre valores máximos numéricos y experimentales

	Poisson [-]	Tensión [MPa]
Literatura ^{1,2}	-1.7	10-30
‘Sandglass’	-2.9	25-55
‘Arrowhead’	-1.5	30-45
‘Rechiral’	-0.5	30-40