

ESTUDIO BIOMECÁNICO DE SUSTITUCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LA CAJA TORÁCICA MEDIANTE IMPLANTES OBTENIDOS POR FABRICACIÓN ADITIVA

Trabajo Fin de Grado - Junio- 2022/2023

Departamento de Ingeniería Mecánica
Escuela de Ingeniería Industriales y Civiles
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Grado de Ingeniería Mecánica

Objetivos

Se ha estudiado y comparado el proceso de ventilación de una caja torácica natural, la cual ha sido analizada en otros estudios previos[1], con el de los diferentes modelos de la caja torácica con implantes. Utilizando el MEF se pretende asegurar que tanto los implantes como la estructura anatómica no sufren graves alteraciones que desemboquen en la falla/rotura del conjunto.

Se han estudiado 2 modelos diferentes:

- **Modelo 1:** 3 Implantes unilaterales
- **Modelo 2:** Implante bilateral tipo jaula. Debido a limitaciones computacionales, se ha tomado dos condiciones para poder asemejarse lo mejor posible a la realidad: no considerar el hueso trabecular, y sí considerarlo donde mayor implicación mecánica exista (primeros niveles de costillas)

En primer lugar se ha empleado el software Autodesk Inventor para realizar el ensamblaje de la caja torácica-implante, partiendo de las prótesis y el modelo 3D de la caja torácica aportadas por el ITC.

Tras esto se importó el archivo software al Abaqus CAE, donde se preparó el conjunto para poder realizar la simulación. Se asignó los materiales correspondientes a cada elemento del conjunto con sus determinadas propiedades, las condiciones de contorno, la interacción entre superficies, etc. Tras esto se ha realizado el mallado y comenzado la simulación de cada modelo

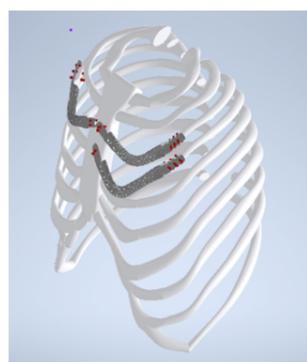
Propiedades de cada material [1]

Material	Módulo de Young (MPa)	Coefficiente de Poisson
Cartilago costal	35,8	0,4
Hueso trabecular	40	0,45
Hueso cortical	12000	0,3
Titanio Ti6Al4V	93000	0,3

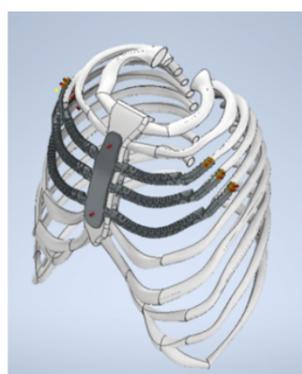
Metodología

Modelos estudiados

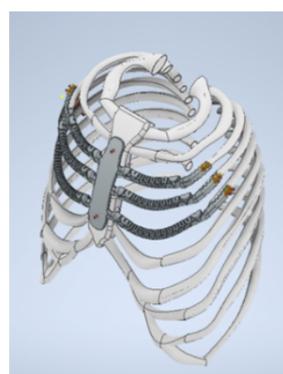
3 implantes unilaterales



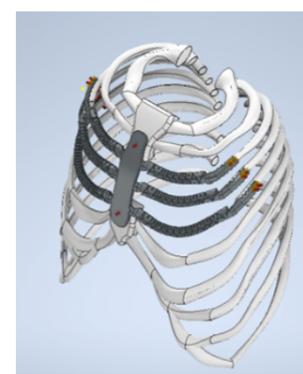
Implantes bilaterales tipo jaula



Esternón sano



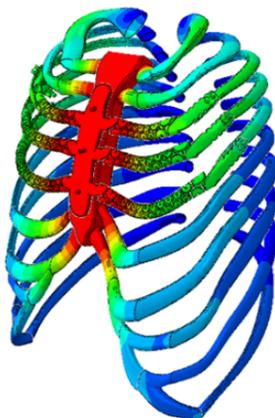
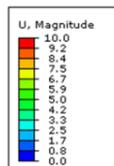
2/3 de esternón sano



1/3 de esternón sano

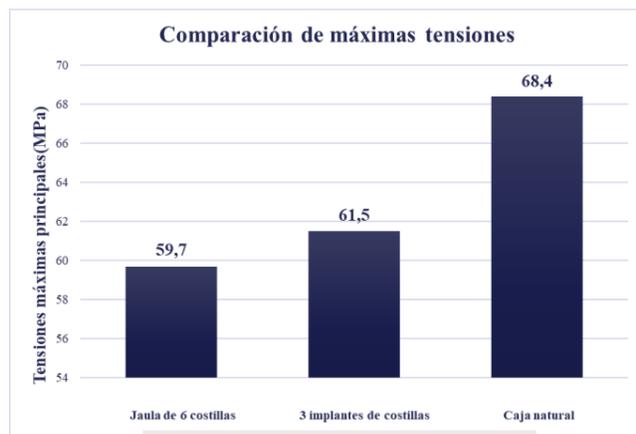
Resultados

Deformación

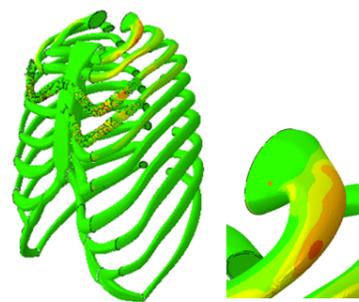


Las costillas que más se desplazan son las de los dos primeros niveles, tal y como se observa en la imagen anterior. A medida que nos acercamos a las costillas inferiores se aprecia una menor deformación. Además, se ha podido confirmar que se produce un desplazamiento muy similar entre los modelos con implantes y el modelo de la caja natural [1]

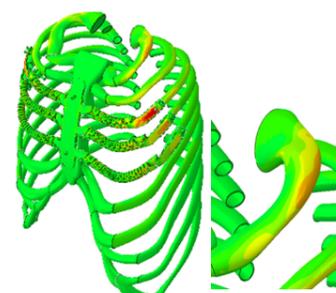
Tensión principal máxima



Considerando hueso trabecular

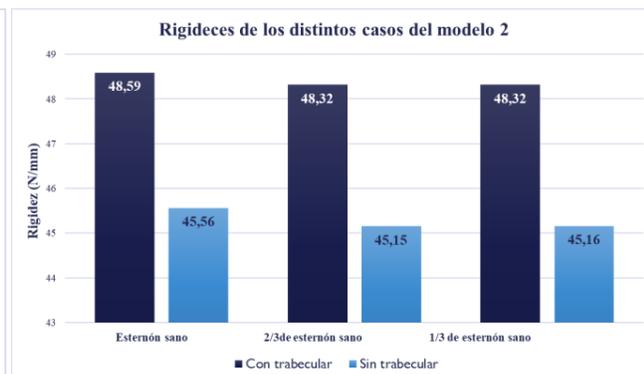
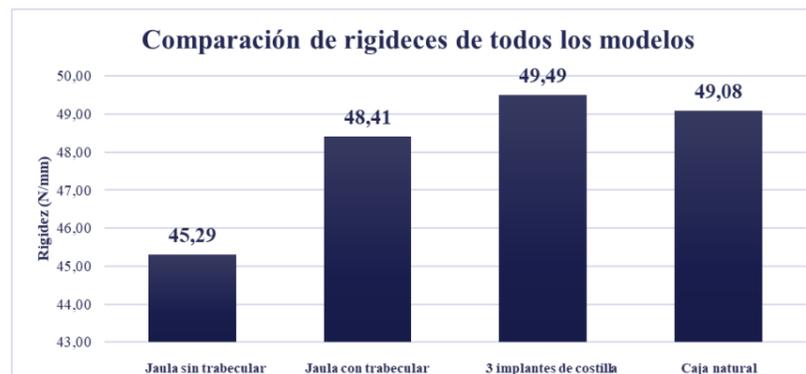


3 implantes de costilla



Implante tipo jaula

Rigidez



- De los resultados obtenidos, se puede apreciar una notable similitud tanto en el comportamiento como en la distribución de tensiones entre los dos modelos estudiados: el que involucra tres implantes unilaterales y el que utiliza un implante tipo jaula. Es interesante destacar que esta distribución es sorprendentemente similar a la observada en una caja torácica sin este tipo de implantes, tal como se investigó en el estudio realizado por H. Pardi [31].
- Las tensiones máximas que sufre la caja durante la respiración natural no superan ni se acercan a los 88 MPa por lo que no existe riesgo de fallo o rotura de la estructura anatómica de la caja
- Uno de los aspectos más relevantes es que la rigidez de los modelos se asemeja a la rigidez inherente de una caja torácica natural la cual es de 49,09 N/mm. Los valores de rigidez obtenidos oscilan en un rango estrecho, entre 49 y 45 N/mm. Estos hallazgos respaldan la noción de que el uso de implantes de este tipo en pacientes no afecta de manera significativa el proceso de respiración natural.
- Además, se confirma lo expuesto en estudios previos H. Pardi y A. Girotte [1,2] de que las primeras costillas tienen una influencia significativa en el comportamiento mecánico de la caja torácica.

[1] Pardi, H.C. (2022). Estudio biomecánico de implantes de tórax obtenidos mediante fabricación aditiva (Trabajo final de grado). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Ingeniería Mecánica.

[2] A. Girotti, F. Rosa, M. Ferrotto, P. Girotti, and U. Pastorino, "Mechanical behavior of a total chest wall prosthesis with rib-like features," Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, vol. 20, no. 15, 2017, doi: 10.1080/10255842.2017.1391952.

Referencia