

DISEÑO Y ANÁLISIS DE PRÓTESIS DE COSTILLAS

Autor: Víctor Trujillo Arencibia

Tutores: Alberto Javier Cuadrado Hernández

Curso 23-24. Convocatoria extraordinaria

Manuel Alejandro Yáñez Santana



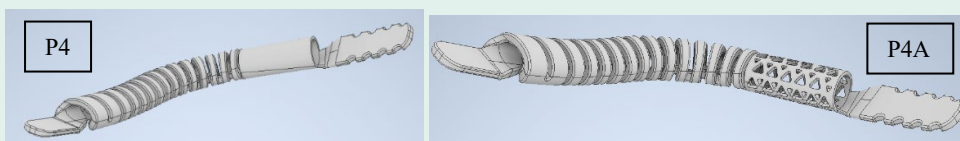
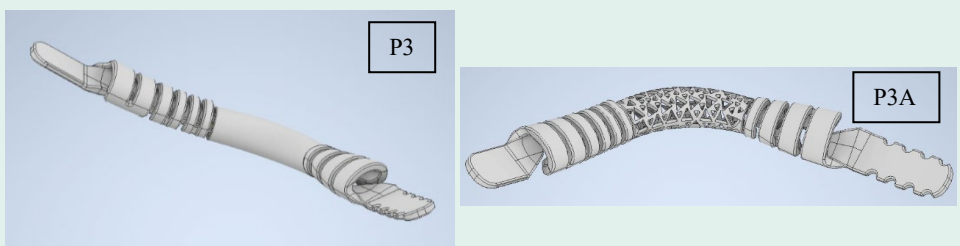
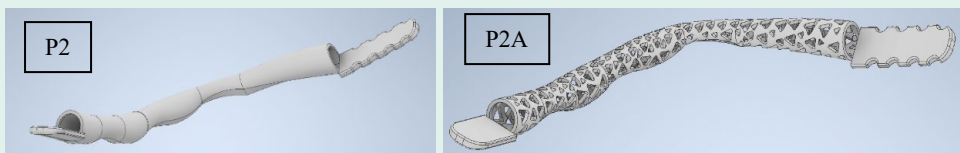
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

INTRODUCCIÓN

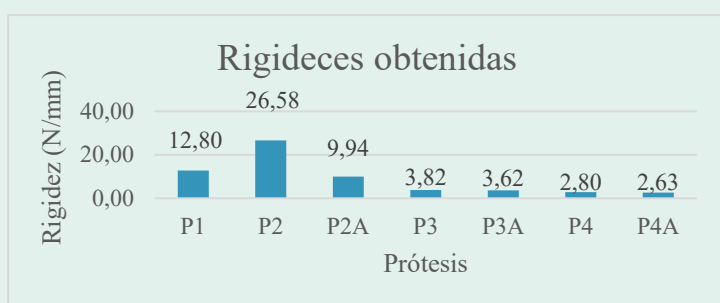
El principal objetivo de este Trabajo de Fin de Máster (TFM) es el de diseñar prótesis de costilla para su análisis y estudiar la viabilidad de puesta en una caja torácica modelo en base a los resultados obtenidos de cara a que un paciente futuro la pueda necesitar.

DESARROLLO

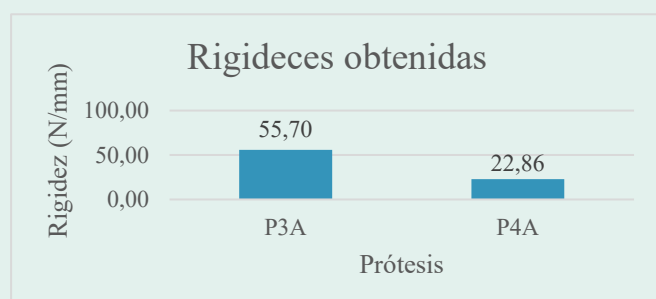
En primer lugar, se diseñaron mediante el software Autodesk Inventor Professional 2022 siete tipos de prótesis distintas las cuales irían siendo analizadas y cribadas progresivamente. Se empleó como base el archivo ".ipt" de una costilla cedido por el ITC del cuál se han aprovechado los extremos, asegurando un encaje perfecto posteriormente en la caja torácica..



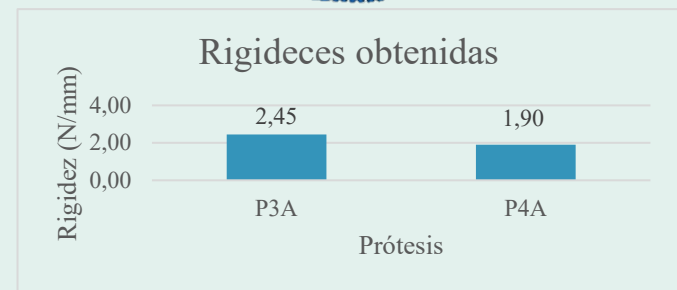
Para las cribas de los diseños se emplearon diversos ensayos. El análisis 1 trató de empotrar uno de los extremos y al otro aplicarle un desplazamiento de 25 mm para estudiar la reacción en el extremo empotrado y calcular la rigidez de la pieza. Debido a los resultados vistos en la siguiente tabla, las prótesis seleccionadas fueron P3A y P4A.



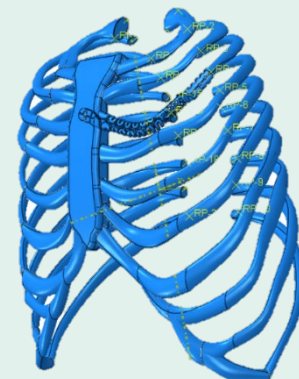
En el análisis 2 se simuló un ensayo de flexión a tres puntos. Por ello se empotraron los extremos y se aplicó en un área en el medio de la prótesis un desplazamiento de 25 mm. Se obtuvo:



En cuanto al análisis 3, se ensambló la prótesis en un semianillo, se aplicó un desplazamiento de 25 mm en el extremo del implante, el extremo superior del hueso se empotró y con ello se vio que esfuerzos se producen en el mismo según la rigidez obtenida. En base a los ensayos 2 y 3, se seleccionó P4A para el último análisis.



Por último, se realizó el análisis 4 que consistió en ensamblar la prótesis P4A en la caja torácica. Para ello, en las articulaciones costovertebrales se atribuyó las propiedades de rótula y se aplicó un desplazamiento de 10 o 25 mm en las articulaciones esternocostales.



| Reacción en articulación costovertebral | Desplazamiento de 10 mm | | Desplazamiento de 25 mm | |
|---|-------------------------|---------|-------------------------|---------|
| | Izquierda | Derecha | Izquierda | Derecha |
| Par de costillas 1 | 46,25 | 47,16 | 115,63 | 117,89 |
| Par de costillas 2 | 10,44 | 10,45 | 26,10 | 26,13 |
| Par de costillas 3 | 0,20 | 2,78 | 0,51 | 6,96 |
| Par de costillas 4 | 2,54 | 2,51 | 6,34 | 6,28 |
| Par de costillas 5 | 1,51 | 1,48 | 3,77 | 3,70 |
| Par de costillas 6 | 0,85 | 0,83 | 2,12 | 2,07 |
| Par de costillas 7 | 0,75 | 0,76 | 1,88 | 1,90 |
| Par de costillas 8 | -0,01 | -0,03 | -0,03 | -0,07 |
| Par de costillas 9 | 0,00 | 0,01 | -0,01 | 0,03 |
| Par de costillas 10 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Fuerza total de reacción en "y" (N) | 128,49 | | 321,23 | |
| Rigidez de la caja (N/mm) | 12,85 | | | |

La rigidez de la caja fue de 12,85 N/mm quedando entre los márgenes establecidos por Shaw et al. de $12,8 \pm 6,2$ N/mm y por Murach et al. de $13 \pm 2,8$ N/mm.

CONCLUSIÓN

Para concluir, se plantean las ventajas que tiene este tipo de prótesis híbrida con respecto a las de resorte puras. Se produce un ahorro en materiales de construcción y costos al necesitar un espesor bastante inferior (1 mm en P4A), se logra mayor simplicidad de la prótesis por lo que para su edición en función de las características de la caja torácica del paciente en cuestión, otorga más rapidez, siendo esto un punto clave ya que suelen requerirse en casos extremos en los que no hay margen de maniobra y, en consecuencia a esto, se produce un ahorro en tiempos de fabricación. Con respecto a las prótesis híbridas no aligeradas, las ventajas a parte de las ya mencionadas se añadiría la mejora de la flexibilidad de la pieza y su ligereza, algo crucial al ser un elemento en movimiento constante debido a la respiración.