

Caracterización de la transmisión de la fuerza de compresión durante la corrección de la deformidad espinal con pinzas Expedium 5.5 Compressor Parallel Action

Moreno-Vegas S.¹, López-Medina P.¹, Peña-Trabalón A.¹, Reyes-Martín A.¹,
Estebanez-Campos B.¹, Perez-Blanca A.¹, Prado M.¹

¹ BIOCLINA, Universidad de Málaga, España, bioclina@uma.es

Introducción

La deformidad espinal del adulto (DEA) es una patología de alta prevalencia, llegando al 68% en pacientes de más de 60 años [1]. Cuando la deformidad afecta a la calidad de vida, se corrige fijando la columna con barras y tornillos. Ante la necesidad de soluciones para prevenir la DEA y su prevalencia, disponer de herramientas para su estudio es de interés científico. Por ello, últimamente han proliferado modelos de elementos finitos relacionados con la DEA. Estos se basan en columnas sanas, por lo que la evaluación de los sistemas de fijación en ellos puede estar sesgada por la ausencia de esa deformidad previa. Por ende, sería de utilidad conocer la fuerza de recuperación que la columna deformada ejerce sobre la fijación durante la maniobra de corrección, cuyo valor no ha sido estimado por ningún estudio previo conocido.

Los objetivos principales de este estudio son: (i) el diseño y fabricación de un sistema de medición netamente mecánico instalado en las pinzas que permita el registro de dicha fuerza recuperadora y (ii) la caracterización mecánica de las pinzas quirúrgicas y la puesta a punto del sistema para la medición *in vivo*.

Métodos

En una pinza de compresión Expedium® de acción paralela para barras de 5.5 mm de diámetro, se sustituyó el mecanismo de trinquete y los tensores de la parte del mango por un sistema de medición conformado por: (1) casquillo, (2) dial, (3) soporte cónico y (4) varilla roscada (Figura 1a).

El conjunto dial-muelle-casquillo (Figura 1b) se encarga de ejercer la fuerza sobre las pinzas durante la maniobra, sustituyendo a la que haría el cirujano. El dial tiene una graduación milimétrica para medir la compresión del muelle. El muelle es de matricería, permitiendo su sustitución por uno de igual dimensión, pero distinta rigidez (identificable por el color). Así, la cavidad entre dial y casquillo no se ve comprometida.

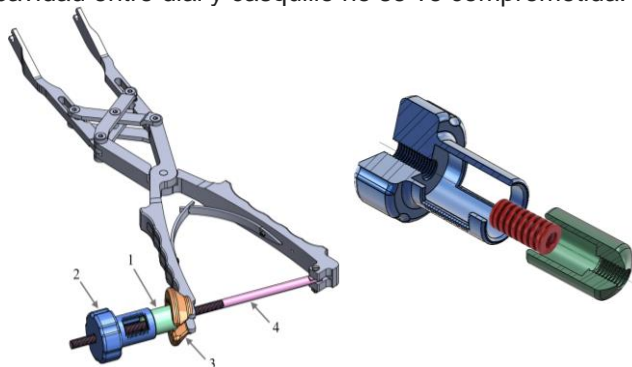


Figura 1: (a) Modelo 3D de las pinzas instrumentalizadas. (b) Explosión del dial, casquillo y muelle.

Por su parte, la varilla roscada cuenta con una regla graduada milimétrica grabada con láser (Láser Iberolaser IL-1390 a 80W) para poder medir la apertura del mango. Todo el sistema está fabricado en acero quirúrgico ASTM 316L para permitir su autoclavado.

Para caracterizar la ventaja mecánica (VM), es decir, la relación entre la fuerza en el extremo de la pinza (F_p) y la fuerza en el mango ejercida por el muelle (F_m), se registró en un ensayo la relación F_p - F_m para 5 aperturas diferentes, midiendo F_p con una célula de carga (DYLY-106 500N). La medición se repitió 3 veces para asegurar la repetitividad de la medida y se llevó a cabo un ajuste lineal de las curvas en MATLAB®.

Una vez determinada la VM para las cinco aperturas del mango analizadas, se realiza un ajuste cuadrático de los puntos para determinar la relación entre VM y AP, que tendrá la forma expresada en la Ecuación 1.

$$VM = a \cdot AP^2 + b \cdot AP + c \quad (1)$$

Resultados

En la Figura 2 se muestran las curvas medias de la relación F_p - F_m para 5 aperturas y sus ajustes lineales, todos con un $R^2 > 0.99$. En la Tabla 1 se muestra el ajuste cuadrático de la curva VM-AP.

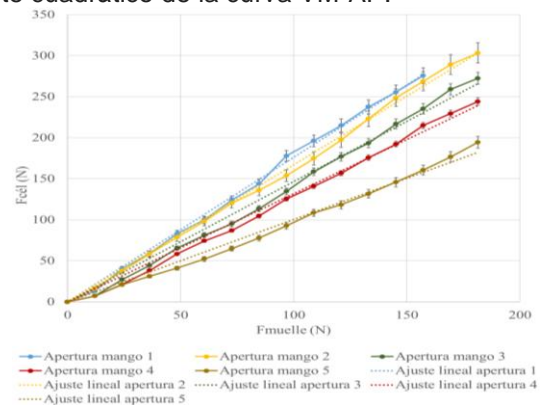


Figura 2: Curvas medias F_p - F_m y su ajuste lineal.

Tabla 1: Ajuste de la curva VM-AP.

Ajuste cuadrático de la curva VM-AP	R^2
$VM = -0.0002AP^2 + 0.019AP + 1.3103$	0.9984

Una vez caracterizada la transmisión de la fuerza en las pinzas, a través de la medición en el quirófano de la AP y la compresión del muelle, el cirujano puede obtener fácilmente la fuerza necesaria para corregir la deformidad.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (FPU22/03940 y Proyecto PID2022-137583OB-I00) y Universidad de Málaga.

Referencias

[1] Schwab *et al*, Spine, 2005.