

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2014

MEMORIA DEL PROYECTO Nº SV-14-GIJON-01-09

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: Influencia de la geometría y tipo de fijación en el comportamiento biomecánico de las reconstrucciones del ligamento cruzado anterior, mediante la utilización de métodos numéricos y experimentales.

Investigadora responsable: Inés Peñuelas Sánchez

Tfno: 98 518 1980

E-mail: penuelasines@uniovi.es

Otros investigadores: Cristina Rodríguez González, Tomás García Suárez

Empresas o instituciones colaboradoras.

Clínica Cemmar (Centro de Especialidades Médicas Maestro y Rodríguez).

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo

La intervención para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) puede realizarse utilizando dos posibles sustitutos del ligamento: los obtenidos del propio paciente y los denominados autoinjertos. Los primeros se obtienen, generalmente, del tendón del músculo semitendinoso, del recto interno o del ligamento rotuliano, mientras que los segundos son obtenidos de cadáveres. La utilización de estos diferentes grupos de tendones no ha mostrado diferencias significativas en cuanto a la calidad de la reconstrucción LCA, por lo que las variables principales que determinarán el éxito de la reconstrucción habrá que buscarlas entre la experiencia del cirujano, la curva de aprendizaje, la técnica quirúrgica o el tipo de fijación. Debido al importante número de fijaciones existentes en el mercado, la elección de la misma es un punto de debate en torno a la longevidad de los resultados, con implicaciones en la rehabilitación (punto de vista clínico), en la resistencia a fatiga de los implantes (punto de vista biomecánico) y en el precio (punto de vista crematístico). Así mismo, el perfecto conocimiento de los diferentes tipos de implantes parece una obligación para el cirujano ortopédico, ya que se enfrenta a la elección entre un amplio arsenal terapéutico, que cada año se amplía y mejora gracias a la competencia entre las diferentes empresas. Habiéndose demostrado las nulas diferencias entre el tipo de injerto a utilizar en la reconstrucción del LCA, y dado que las técnicas quirúrgicas se encuentran muy estudiadas y estandarizadas, parece lógico pensar que la variable principal de éxito de la reconstrucción estriba en el tipo de fijación utilizada. Aunque es muy habitual el uso de sistemas de fijación intratúnel, mediante los denominados tornillos interferenciales, existe la duda respecto a la fijación directa que este tipo de tornillos produce entre la plastia y el túnel óseo. El principio básico y primordial es la máxima compresión de dicha plastia contra el hueso, pero sin producir un efecto deletéreo de rotura de la misma por aplastamiento, sección con el filete del tornillo,

etc. El equilibrio para lograr la máxima compresión con el mínimo daño en el tendón se consigue jugando con las variables diámetro de tornillo, diámetro de túnel y diámetro de plastia, entre otras. Dado que el diámetro de la plastia viene impuesto por la envergadura del paciente, para una plastia dada serán las geometrías y configuración del tornillo y túnel algunas de las variables que juegan un papel fundamental en la consecución de un grado de fijación óptimo.

La estrecha colaboración entre el Dr. Maestro y el equipo Investigador desde hace años, se ha traducido en la realización de un amplio programa experimental en el que se han obtenido numerosos datos y resultados muy interesantes. No obstante, el gran número de variables que intervienen en la óptima consecución de una reconstrucción LCA, hace inviable su estudio únicamente mediante técnicas experimentales. Por ello, en el presente proyecto se pretende llevar a cabo un programa numérico pseudo-experimental (simulación numérica de técnicas experimentales) que permita analizar la influencia de las diferentes variables que afectan al comportamiento y éxito de estas reconstrucciones, así como la caracterización mecánica de las mismas.

Esta mejora de las reconstrucciones LCA se traducirá en importantes beneficios para todos los pacientes que se ven sometidos a este tipo de intervenciones, en especial deportistas cuya recuperación es un factor primordial para su futura práctica deportiva. Este es el caso de futbolistas tanto amateurs como profesionales o esquiadores, entre otros, en los que este tipo de lesiones son muy frecuentes.

De este modo, el objetivo fundamental del proyecto será determinar la geometría y configuración idóneas de túnel y tornillo para un diámetro de plastia dado. Para ello se evaluará el comportamiento biomecánico del conjunto hueso-plastia-fijación, mediante análisis numérico utilizando el método de los elementos finitos (MEF) y se comparará con resultados experimentales obtenidos a partir de muestras in vitro de reconstrucciones llevadas a cabo con diferentes relaciones de diámetro tornillo/túnel.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

El objetivo fundamental del proyecto es determinar la geometría y configuración idóneas de túnel y tornillo a utilizar en cada reconstrucción LCA para un diámetro de plastia dado. Para ello se ha evaluado el comportamiento biomecánico del conjunto hueso-plastia-fijación, mediante análisis numérico utilizando el método de los elementos finitos (MEF) y se ha comparado con resultados experimentales obtenidos a partir de muestras in vitro de reconstrucciones llevadas a cabo con diferentes relaciones de diámetro tornillo/túnel.

El grado de consecución de los objetivos planteados es del 100%.

2.3 Tareas realizadas

Durante la ejecución del proyecto, se han realizado las siguientes tareas:

- 1) Estudio bibliográfico.
- 2) Selección de materiales, configuraciones y geometrías de estudio.
- 3) Análisis numérico del comportamiento mecánico del conjunto hueso-plastia-fijación.

- 4) Comparación con resultados experimentales.
- 5) Análisis conjunto de resultados y elaboración del informe final.

Además de los miembros del equipo investigador, para la realización de estas tareas se ha contado con dos becarios y con la colaboración del Doctor Antonio Maestro.

El grado de ejecución del proyecto es del 100%.

2.4 Resultados obtenidos

Los principales resultados obtenidos mediante el presente proyecto, se resumen en los siguientes:

- 1) En cuanto a la relación de diámetros óptima entre tornillo interferencial y túnel, interesa que el tornillo sea ligeramente superior al diámetro del túnel – Figura 3 -.
- 2) En lo relativo a la longitud del tornillo, es preferible la utilización de tornillos largos frente a tornillos cortos de cara a asegurar una buena fijación de la reconstrucción, pero evitar daños en el ligamento.
- 3) En cuanto a la geometría de la rosca del tornillo, es conveniente utilizar tornillos de material termoplástico PEEK, con rosca trapecial de paso y flanco elevados. Esto asegura que la compresión tanto en el hueso como en el ligamento es adecuada y evita que se afloje la unión – Figura 4.

Para la consecución de estos resultados se han realizado numerosas simulaciones numéricas de reconstrucciones en las que se han considerado dos materiales diferentes para el tornillo (Ácido Poliláctico (PLA) y Polieteréteracetona (PEEK)), dos formas diferentes de fijar el tendón (por uno o dos lados) – Figura 1 -, tres longitudes diferentes de tornillo, tres relaciones diámetro del tornillo frente a diámetro del túnel (menor, igual y mayor que la unidad) y tres tipos de rosca diferentes (dos trapeciales con distinto flanco y paso, y una rosca triangular) – Figura 2 -. En todos los casos se han considerado dos zonas en el hueso (hueso cortical y hueso esponjoso), para acercarse al comportamiento mecánico del mismo en una reconstrucción real.

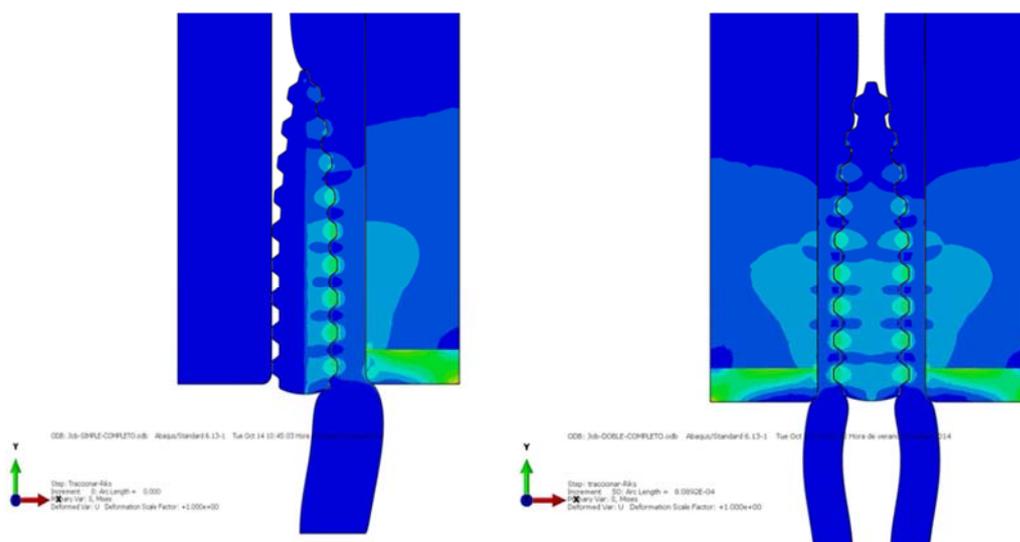


Figura 1: Injerto sencillo y doble

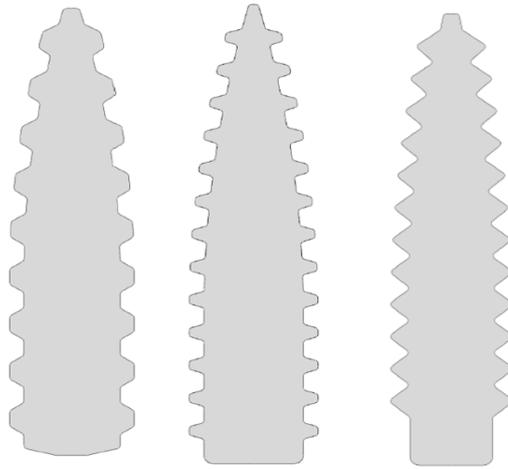


Figura 2: Roscas consideradas

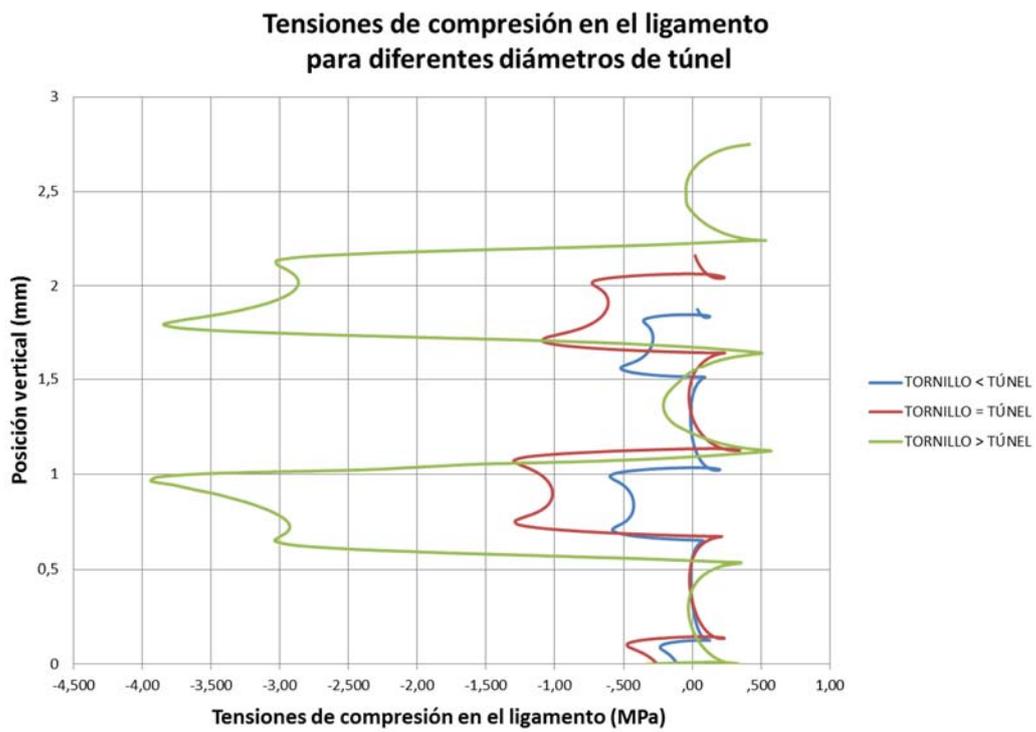


Figura 3: Resultados de tensiones de compresión sobre el ligamento en función de las relaciones de diámetros entre tornillo y túnel

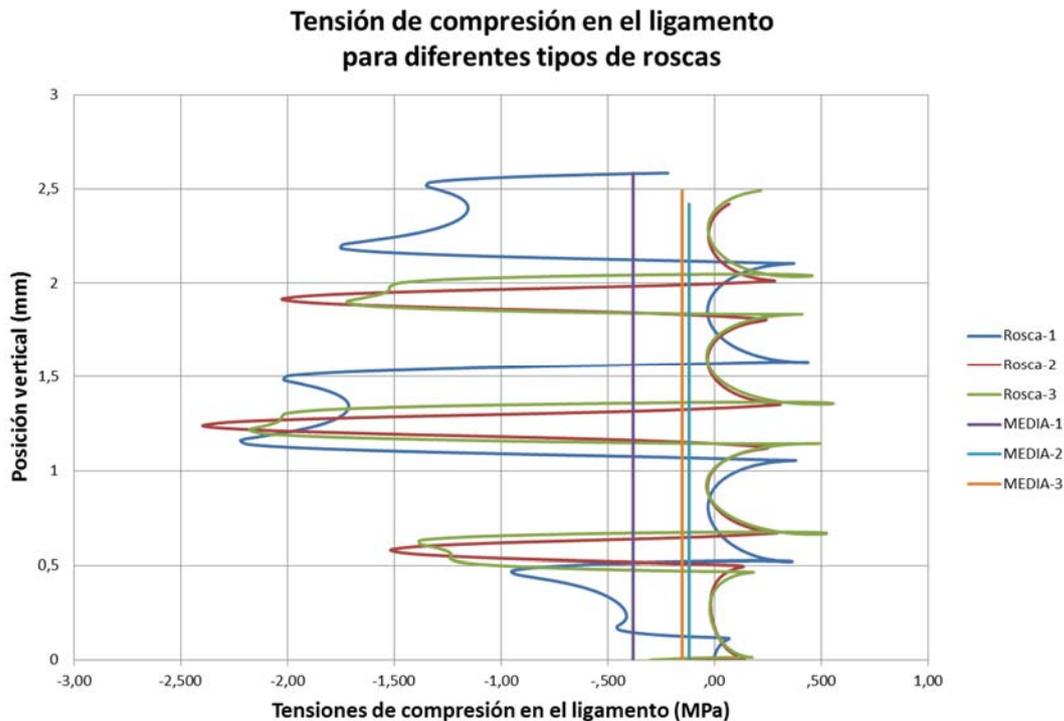


Figura 4: Resultados de tensiones de compresión sobre el ligamento en función del tipo de rosca y valores medios en la zona de ligamento estudiado

2.5 Trabajos o necesidades futuras

Como continuación lógica del proyecto, y a tenor de los interesantes resultados obtenidos, se pretende continuar con la caracterización mecánica de los distintos elementos que intervienen en la reconstrucción del LCA, es decir, de hueso, plastia y tornillo interferencial. Para ello se dispondrá de muestras in vitro de todos los elementos que conforman la unión, así como de muestras de reconstrucciones llevadas a cabo con diferentes relaciones de diámetro tornillo/túnel. Por otra parte, y una vez determinada la geometría y configuración idóneas de túnel y tornillo a utilizar en cada reconstrucción LCA para un diámetro de plastia dado (a partir de los resultados obtenidos mediante el proyecto llevado a cabo en 2014), se procederá a la modelización y simulación numérica de estos elementos y del comportamiento biomecánico del conjunto hueso-plastia-fijación, mediante análisis numérico utilizando el método de los elementos finitos (MEF). La combinación de las técnicas experimentales y numéricas, permitirá optimizar la reconstrucción para cada caso particular.

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

Los resultados obtenidos en el proyecto llevado a cabo en 2014, han sido enviados al congreso internacional 9th European Solid Mechanics Conference (ESMC 2015), que se realizará en julio de 2015, bajo el título "Effect of size ratio and type of interference screws used in ACL reconstruction. Numerical simulation and experimental validation". Por otra parte se está escribiendo un artículo para enviarlo a la revista internacional, indexada en el JCR, "The Knee".

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-14-GIJÓN-1.	3.375 €			
Otras fuentes	Referencia proyecto/contrato				
Personal Becario	Nombre	CRISTIAN LEAL FERNÁNDEZ			
	Tareas	Ha participado activamente en todas las actividades y tareas del proyecto, salvo en la realización del informe final. El mayor tiempo lo ha dedicado a la realización de las simulaciones numéricas, gestión de resultados y análisis de los mismos.			
	Período	DEL 1 DE MAYO AL 31 DE OCTUBRE			
Personal Becario	Nombre	JORGE MENÉNDEZ FERNÁNDEZ			
	Tareas	Ha participado en el análisis de resultados y en la realización del informe final.			
	Período	DEL 1 DE NOVIEMBRE AL 31 DE DICIEMBRE			

4. OTROS PROYECTOS O ACTIVIDADES FORMATIVAS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto	
Referencia	
Investigador/a/es principal/es	
Equipo investigador	
Periodo de vigencia	
Entidad financiadora	
Cantidad subvencionada	