

# Influencia del terrajado sobre la fuerza de extracción de los tornillos de interferencia

J. Vaquero, C. Ramírez, A. Villa, C. Vidal,  
F. Forriol\*, M. de Prado\*\*, P. Ripoll\*\*

*Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología.  
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid.  
\*Laboratorio de Biomecánica. Universidad de Navarra, Pamplona.  
\*\*Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.  
Policlínico de San Carlos, Murcia.*

**Correspondencia:**  
D. Javier Vaquero  
Pasaje de los Ancianos, 22  
28034 Madrid

Los tornillos de interferencia biodegradables presentan numerosas ventajas en la fijación de los injertos del tendón rotuliano en las plastias de LCA. Sin embargo, su fragilidad determina un cierto porcentaje de roturas que, según algunos autores, podría disminuir con la utilización de un terrajado previo. Hemos realizado un estudio experimental en 8 fémures de *mini-pig*, introduciendo a nivel del cóndilo externo un tornillo de PLA de 7 mm para fijar un injerto HTH previo terrajado en tres casos y de forma directa en otros tres. Los dos últimos especímenes sirvieron para el estudio macroscópico de la fijación del tornillo al hueso. Los resultados muestran que el terrajado previo es un gesto útil cuando se utilizan tornillos de interferencia biodegradables, no sólo para reducir el riesgo de rotura, sino también para mejorar la calidad de la fijación.

**Palabras clave:** LCA, tornillo de interferencia, terrajado.

**Effects of die-cutting on the extraction force of interferential screws.** Biodegradable interferential screws have a number of advantages in the fixation of patellar tendon grafts in ACL plasties. However, their fragility causes a certain number of breakages, which according to some authors might be prevented by previous die-cutting. We have carried out an experimental study on 8 mini-pig femora with introduction of a 7-mm PLA screw in the external condyle for fixation of a HTH graft. Previous die-cutting was used in three cases, and direct introduction in three. The two remaining femora were used for a macroscopic study of the fixation of the screw to the bone. The results show that previous die-cutting is useful when biodegradable screws are used, not only for reducing the risk of breakage for improving the quality of the fixation.

**Key words:** ACL, interferential screw, die-cutting.



**S**e han empleado diferentes métodos para la fijación primaria de los injertos patelares autólogos: grapas, suturas sobre un tornillo de cortical, suturas a través de botones, tornillos corticales de compresión colocados

transversalmente y tornillos interferenciales. Todas las técnicas tienen sus ventajas y complicaciones<sup>(1)</sup>. La segura fijación inicial del injerto es un requisito fundamental para evitar prolongados períodos de inmovilización de la rodilla, comen-

zar rápidamente el programa rehabilitador. cada vez más agresivo y precoz, y así evitar la artrofibrosis y dolor<sup>(2)</sup>. Diferentes estudios han demostrado la superioridad mecánica de los tornillos interferenciales sobre otros métodos de fijación que utilizan el ligamento rotuliano<sup>(3,4)</sup>, Lambert introdujo el concepto de tornillo de fijación interferencial en plastias del LCA<sup>(5)</sup>; Kurosaka *et al.*<sup>(4)</sup> aportaron un tornillo interferencial metálico de diseño específico para artroscopia. Lanny Johnson desarrolló un nuevo tornillo interferencia 1 cuyo diseño mejoró los anteriores y que es la base de los actuales<sup>(6)</sup>. Los tornillos de interferencia son, hoy en día, el método de elección para la fijación de los injertos de tendón rotuliano en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA). Esta fijación directa de los extremos óseos dentro del túnel, unida a las propiedades favorables de los injertos autólogos del tendón patelar. han convertido a esta técnica en el patrón de oro en la cirugía reparadora del LCA<sup>(1,2,6-10)</sup>.

Los tornillos interferenciales metálicos tienen una serie de inconvenientes: pueden plantear problemas en las posibles revisiones quirúrgicas y en la RMN; por su rigidez pueden divergir del injerto durante su introducción y dislacerar las fibras del injerto o los hilos de sutura<sup>(10)</sup>. La aparición de tornillos biodegradables aportó nuevas ventajas a esta técnica quirúrgica solucionando total o parcialmente estos inconvenientes. El tornillo de fijación interferencial ideal sería aquel que asegurase la correcta fijación inicial (resistencia), minimizase los problemas de los implantes metálicos (elasticidad) y fuese biocompatible y biodegradable.

Son muchos los trabajos que confirman la solidez de la fijación con tornillos interferenciales biodegradables, con independencia del material con el que estén contruidos los tornillos<sup>(1,2,6-8,10,11)</sup>, pero no hemos encontrado en la literatura ningún trabajo que se ocupe de medir las ventajas del terrajado del túnel que, en el caso de los tornillos biodegradables, por la mayor fragilidad del material, nos parece importante para disminuir el porcentaje de roturas.

En este trabajo experimental estudiamos la influencia de esta maniobra, cuando se utilizan tornillos biodegradables, sobre la resistencia final a la extracción de la plastia.

## MATERIAL Y MÉTODO

Hemos utilizado 8 rodillas de cerdos de la raza *mini-pig* previamente sacrificados mediante una

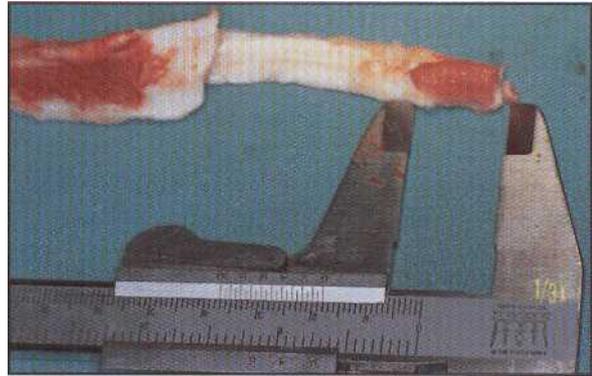


Figura 1. Aspecto del injerto HTHI y calibrado de las medidas de la pastilla femoral

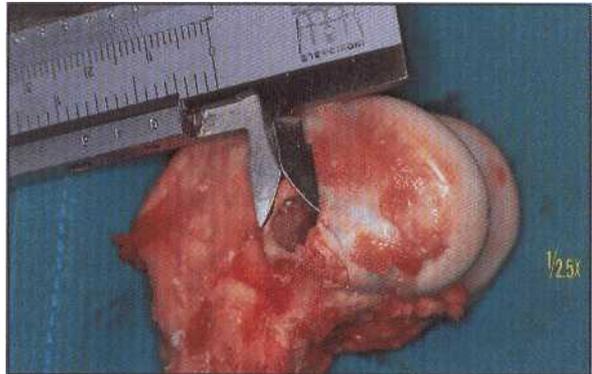


Figura 2. Aspecto del orificio de 8 mm labrado en cóndilo femoral externo.

sobredosis de barbitúricos. Una vez reseca das las partes blandas se toma un injerto de tendón rotuliano con dos pastillas óseas en sus extremos de 8 mm que fueron medidas con un pie de rey (**Figura 1**). Con una broca del mismo calibre se realizó un orificio en la zona externa del cóndilo femoral lateral con unos 20° de angulación en relación a la línea bicondílea y de la misma longitud que la pastilla ósea (**Figura 2**). Se introdujo el injerto dejándolo a ras del orificio y, en tres casos, se terrajó (Grupo A) para colocar, posteriormente, un tornillo de 7 mm biodegradable canulado fabricado en ácido poli-L-láctico (Phantom. De Puy, Warsaw Indiana), introduciendo en los tres restantes el tornillo sin crear ningún camino previo (Grupo B) (**Figura 3**). Las dos últimas rodillas se dejaron para el estudio macroscópico de la adaptación de los tornillos, tras realizar un corte según el eje longitudinal del tornillo con sierra de precisión (**Figura 4**).

Los especímenes fueron congelados hasta el día en que se testaron en una máquina Instron

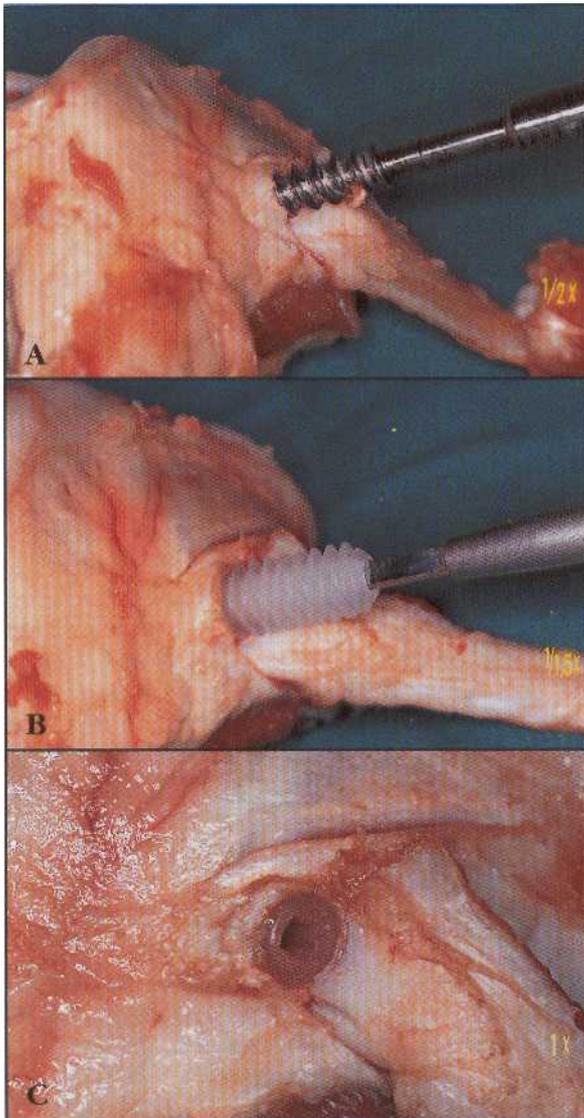


Figura 3. Imagen de la técnica quirúrgica en el mini-pig. Terrajado del túnel (A), colocación del tornillo directamente (B) y aspecto final tras la introducción del tornillo de PLA (C).

hasta obtener la fuerza máxima de rotura. La dirección de la tracción estaba en el eje del fémur, es decir a 60° de la dirección del túnel, simulando, dentro de lo posible, la fuerza que soportaría una rodilla en extensión.

## RESULTADOS

Los resultados en los que se expresan los valores de la fuerza máxima de rotura se muestran en la Figura 5. Se puede apreciar cómo en todas las rodillas en las que se terrajó previamente, la fuerza necesaria para extraer la plas-

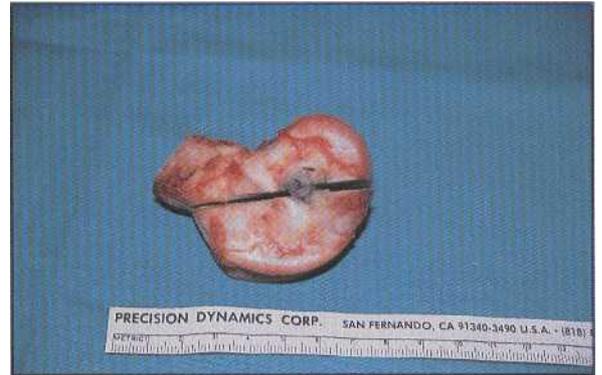


Figura 4. Corte siguiendo el eje longitudinal del tornillo.

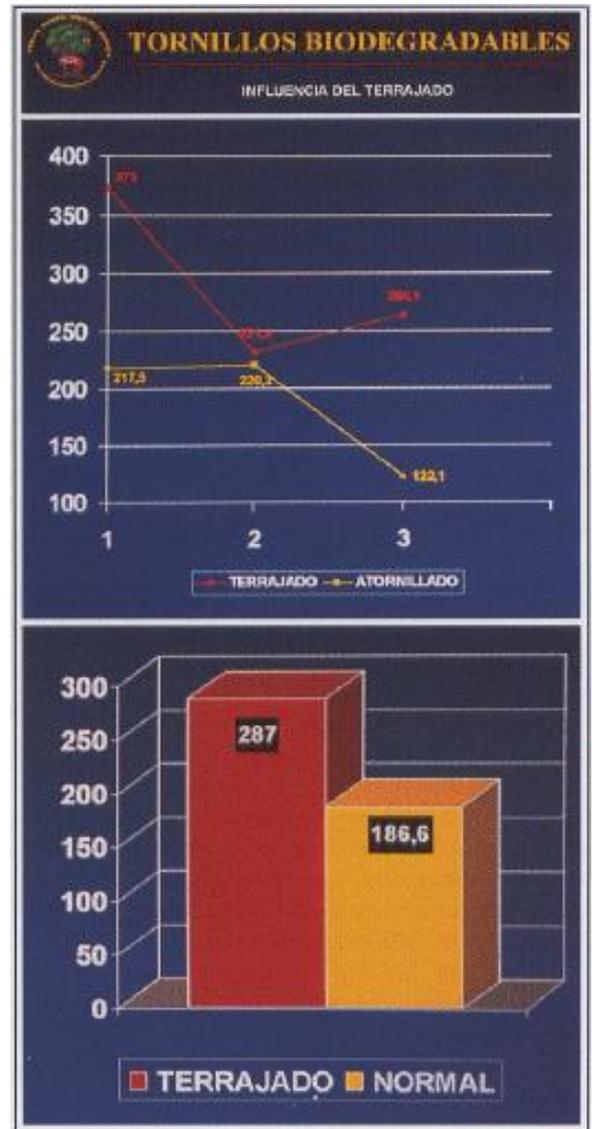
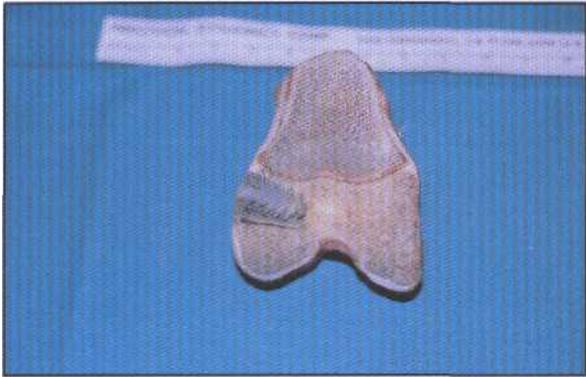


Figura 5. Datos correspondientes a la fuerza máxima de extracción en cada uno de los grupos.



**Figura 6.** Aspecto macroscópico. Nótese la perfecta adaptación del tornillo al hueso una vez terrajado.

tía fue mayor, con una media de 290,3 Newtons (231,8-375), frente a la requerida en los no terrajados: 186,6 Newtons (122,1-220,2).

El modo de fallo del injerto fue similar en todos los casos: arrancamiento del injerto óseo del túnel femoral. El estudio macroscópico de la última pieza mostró una excelente adaptación de la pastilla ósea al túnel, así como una buena penetración de las espiras del tornillo sobre el injerto terrajado (**Figura 6**), sin que pudiéramos establecer grandes diferencias macroscópicas entre los dos grupos por este hecho.

## DISCUSIÓN

Son numerosos los estudios clínicos efectuados en los que se constata la ausencia de diferencias significativas en los pacientes cuyas plastias de tendón rotuliano se fijaron con tornillos metálicos o bioabsorbibles. En estos estudios se valora la fiabilidad de la técnica, resultados objetivos y subjetivos, reacciones adversas y complicaciones<sup>(1,7,8,10,12)</sup>.

Algunos trabajos han efectuado estudios histológicos de tornillos bioabsorbibles fabricados con distintos materiales<sup>(9)</sup>. Entre ellos se ha teslado el ácido poli-L-láctico (PLLA), material con el que se ha realizado el presente estudio. Stähelin<sup>(9)</sup> afirma que proporcionan resistencia mecánica inicial durante un tiempo adecuado, pero los que tienen un alto grado de cristalización tardan mucho en desaparecer, incluso más de lo que señalan las casas comerciales, como ya constatamos nosotros mismos en una publicación previa<sup>(7)</sup> y han referido posteriormente otros autores<sup>(13)</sup>. También se ha mencionado que pueden dar lugar a fragmentos sueltos y

reacción a cuerpo extraño, pero estos hechos no se evidenciaron en el trabajo de Stähelin. Autores como Walton<sup>(11)</sup> señalan que, histológicamente, el proceso de remodelación del injerto es similar en el túnel óseo cuando se utilizan implantes metálicos o bioabsorbibles. Muchos estudios biomecánicos concluyen afirmando que la fuerza para arrancar los injertos es similar utilizando tornillos metálicos y biodegradables<sup>(2, 6, 11, 14)</sup>.

Todas las series publicadas hasta el momento en las que se utilizó un tornillo biodegradable para la fijación contraponen a las ventajas ya mencionadas un porcentaje de roturas que oscila entre el 0 y el 17% (Jonson<sup>(6)</sup>: 16,6%; McGuire<sup>(8)</sup>: 7,1%; Caborn<sup>(2)</sup>: 0%; Barber<sup>(1)</sup>: 7,06%; Vaquero<sup>(7)</sup>: 5%; Benedetto<sup>(10)</sup>: 0%). De estos trabajos sólo se efectuó el terrajado en el de Johnson<sup>(6)</sup> y Benedetto<sup>(10)</sup> de forma sistemática, así como en nuestros últimos casos en los que no se produjeron roturas del implante<sup>(7)</sup>. El 16,6% de roturas del estudio de Johnson<sup>(6)</sup> representa sólo un caso entre ó y, por tanto, es poco valorable. Estas roturas suelen deberse a las fuerzas de torsión que se crean en el tornillo en el momento de su introducción para clavar sus espiras en el hueso.

Favard<sup>(15)</sup> realizó un estudio sobre los cotilos roscados viendo que el terrajado del hueso sintético, antes de su implantación, aumentaba no sólo la fuerza de extracción necesaria, sino también la adaptación del anillo metálico a su lecho, y disminuía el par de fuerzas necesario para su introducción. Consideraba que esta mejora en la adaptación primaria repercutiría en la secundaria al descender la movilidad del cotilo.

Con el fin de disminuir el porcentaje de roturas durante su inserción algunos autores han procedido al terrajado previo<sup>(6,7,10)</sup>, que disminuye las fuerzas torsionales del implante haciendo más fácil su introducción. El uso de terrajado ha producido, en algunos casos, daños superficiales en plastias tendinosas y cartílagos articulares<sup>(10)</sup> considerados dentro de la curva de aprendizaje. Sin embargo, no hemos encontrado ningún trabajo en la literatura que estudiara la influencia del gesto del terrajado de los tornillos interferenciales en las plastias del LCA sobre la calidad de la fijación.

Benedetto<sup>(10)</sup> considera que los requisitos que debe de reunir el tornillo interferencial bioabsorbible son: adecuada fuerza de coaptación del injerto al hueso; ser capaz de soportar tracciones mientras el injerto madura y recupera la integridad mecánica; no debe desintegrarse muy

rápidamente (riesgo de rotura y migración) y debe estar hecho de un material seguro.

Con el fin de intentar la más firme de las fijaciones primarias en el injerto hemos procedido al estudio de la influencia del terrajado sobre la resistencia final a la extracción de la plastia, encontrándonos con que las fuerzas necesarias para la extracción son mayores en el caso en que se procedió a efectuar este gesto (terrajar) que en los que se introdujo el tornillo directamente. En todos los casos el fallo se produjo por arrancamiento del injerto del túnel óseo, lo que concuerda con el tipo de fallo observado en el estudio de Walton<sup>(11)</sup> en los animales sacrificados en el postoperatorio inmediato, sin que haya comenzado aún el proceso de consolidación de la pastilla ósea. En cuanto a las diferencias encontradas en los valores de la fuer-

za de extracción del injerto, respecto a otros trabajos<sup>(2, 6)</sup>, la disminución de la fuerza en nuestro estudio pudiera estar en relación con el menor diámetro de túnel, del injerto y del tornillo interferencial que hemos empleado, así como con las diferencias en el diseño del estudio.

## CONCLUSIÓN

El terrajado de los tornillos interferenciales aumenta la fuerza necesaria para la extracción de dichos implantes, careciendo de significación estadística por el bajo número de casos. Su confirmación implicaría una mayor estabilidad primaria del injerto, lo que permitiría mayor seguridad en los programas rehabilitadores, cada vez más precoces y agresivos, y facilitaría el proceso de integración definitiva del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Barber, F.A.; Elrod, B.F.; McGuire, D.A.; Paulos, L.E.: Preliminary Results of an Absorbable Interference Screw. *Arthroscopy*, 1995; 11 (5): 537-548.
2. Caborn, D.N.M.; Urban, Jr. W. P.; Johnson, D.L.; Nyland, J.; P.T.; A.T.C.; Pienkowski, D.: Biomechanical Comparison Between Bioscrew and Titanium Alloy Interference Screw for Bone-Patellar Tendon-Bone Graft Fixation In Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*, 1997; 13 (2): 229-232.
3. Kurosaka, M.; Yoshiya, S.; Andrish, J.T.: A Biomechanical Comparison of Different Surgical Techniques of Graft Fixation in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*, 1987; 15: 225-229.
4. Shelbourne, K.D.; Klootwyk, T.E.; Wilkens, J.H.; DeCarlo, M.S.: Ligament Stability two to six years after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Autogenous Patellar Tendon Graft and participation in Accelerated Rehabilitation Program. *Am J Sports Med*, 1995; 5: 575-579.
5. Lambert, K.L.: Vascularized Patellar Tendon Graft with Rigid Internal Fixation for Anterior Cruciate Insufficiency. *Clin Orthop*, 1983; 172: 85-89.
6. Johnson, L.L.; Van Dyck, G.E.: Metal and Biodegradable Interference Screws: Comparison of Failure Strength. *Arthroscopy*, 1996; 12 (4): 452-456.
7. Vaquero Martín, J.; Vidal Fernández, C.; Medina Herráez, E.; Cotarelo Pérez, J.: Fijación Metálica o Biodegradable de las Plastias HTH: Estudio Randomizado Preliminar de las Complicaciones. *Rev Patol. Rodilla*, 1997; 4: 25-30.
8. McGuire, D.A.; Barber, F.A.; FACS; Elrod, B.F.; Paulos, L.E.: El Tornillo Interferencial Bioabsorbible Bioscrew en Reconstrucción del LCA. *Linvatec Corporation*, 1994.
9. Stähelin, C.A.; Weiler, A.; Rüfenacht, H.; Hoffmann, R.; Geissmann, A.; Feinstein, R.: Clinical Degradation and Biocompatibility of Different Bioabsorbable Interference Screws: A Report of Six Cases. *Arthroscopy*, 1997; 13:238-244.
10. Benedetto, K.P.; Fellingner, M.; Lim, T.E.; Passler, J.M.; Schoen, J.L.; Willem, W.J.: A New Bioabsorbable Interference Screw: Preliminary Results of a Prospective, Multicenter, Randomized Clinical Trial. *Arthroscopy*, 2000; 16 (1): 41-48.
11. Walton, M. Ph., D.: Absorbable and Metal interference Screws: Comparison of Graft Security During Healing. *Arthroscopy*, 1999; 15 (8): 818-826.
12. McGuire, D.A.; Barber, F.A.; Elrod, B.F.; Paulos, L.E.: Bioabsorbable Interference Screws for Graft Fixation in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*, 1999; 15 (5): 463-473.
13. Warden, W.H.; Friedman, R.; Terci, L.M.; Jackson, D.W.: Magnetic Resonance Imaging of Polylactic Interference Screws during the First 2 Years after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*, 1999; 15 (5): 474-480.
14. Kousa, P.; Järvinen, T.L.N.; Pohjonen, T.; Kannus, P.; Kotikoski, M.; Järvinen, M.: Fixation Strength of a Biodegradable Screw in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Bone Joint Surg, Br* 1995; 77: 901-905.
15. Favard, L.; Bonnard, C.; Burdin, Ph.; Rosset, Ph.; Bertrand, Ph.; Queguiner, A.: Experimental Study of the Primary Fixation of Screw-Ring Acetabular Components. *Rev Chir Orthop*, 1992; 78: 223-227.