

Comportamiento biomecánico de un método de cerclaje alámbrico

M. LLUSÁ PÉREZ¹, I. PROUBASTA RENART², F. J. GIL MUR³, J. A. PLANELL ESTANY³

¹Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Vall d'Hebron. Barcelona

²Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona

³Dept. Ciència de los Materiales e ingeniería Metalúrgica.

Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona

Resumen

Se presenta un nuevo método mecánico de cerclaje alámbrico que simplifica los actualmente en uso. El comportamiento biomecánico de dicho cerclaje ha resultado ser superior al efectuado manualmente, por lo que puede utilizarse en clínica humana.

Palabras clave: cerclaje, alambre, osteosíntesis, biomecánica.

Introducción

La utilización de cerclajes alámbricos en la reducción y estabilización de fragmentos óseos, constituye una técnica quirúrgica muy frecuente en cirugía ortopédica y traumatología. Así por ejemplo, la osteosíntesis alámbrica con o sin agujas de Kirschner, es un método que se utiliza casi sistemáticamente en las fracturas de rótula (1,2,3) y olécranon (4,5), aunque también se usa en otras situaciones como es el caso de las osteotomías tibiales (6) y/o del trocánter mayor en el curso de una artroplastia total de cadera (7,8), ó como adyuvante a las fijaciones raquídeas (9,10). Sin embargo, se desconoce cuál es la mejor manera en la que estos cerclajes deben ser tensionados y/o anudados alrededor de los huesos, pues como se sabe, pueden suponer un fallo por fatiga del mismo y, en consecuencia, perder toda su efectividad para el cual estaban diseñados. Es por ello, que se han ideado multitud de técnicas con las que evitar estas complicaciones (11,12,13,14,15,16,17,18,19), algunas de ellas muy sofisticadas, aunque no por ello efectivas.

El propósito de este trabajo es doble. Por una

parte, presentar un nuevo pero simple método de cerclaje mecánico y, en segundo lugar, comprobar sus características biomecánicas con el fin de poderlo aplicar en clínica humana.

Material y método

El nuevo método para realizar mecánicamente el cerclaje alámbrico consistió en utilizar el portabrocas del motor quirúrgico para proceder a su anudado automático en forma de trenza. Así, después de rodear con el alambre la fractura y/o el elemento (hueso, placa, etc) a estabilizar, se colocan y se sujetan fuertemente sus dos extremos dentro del orificio del portabrocas (Figura 1A). A continuación y manteniendo una cierta tracción, se aprieta el botón de arranque del motor quirúrgico, observando que se produce una espira trenzada perfectamente homogénea y que llega hasta la superficie ósea (Figura 1B), momento en el cual y sin parar el motor, se rompe el alambre a uno o dos centímetros de la última espira pero no en su unión con el hueso. Lo que nunca debe hacerse es que, una vez conseguido el trenzado, se intente de nuevo con el motor, realizar una nueva espira con el fin de conseguir una mayor compresión, pues se produciría entonces la rotura del alambre a nivel de la última espira y, en consecuencia, perder toda su efectividad (Figura 1C).

Con el fin de averiguar las propiedades biomecánicas de este tipo de cerclaje, es decir, el efectuado según la técnica descrita, se realizó un

Correspondencia:

Dr. I. Proubasta.

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.

Avda. San Antonio M^a Claret, 167

08025 Barcelona. Email: iproubasta@hsp.santpau.es

estudio comparativo con el cerclaje efectuado manualmente. Para ello se analizaron dos grupos de cinco alambres cada uno. El material del alambre utilizado fue el acero inoxidable 316L de 1,2 mm de diámetro, aunque puede utilizarse cualquier diámetro. Todos los cerclajes se efectuaron sobre un espécimen de diáfisis femoral humana. Así, mientras que en un grupo (Espira mecánica), se realizó el nudo trenzado según la técnica descrita, en el otro grupo (Espira manual), la unión de la espira se efectuó con dos alicates que, sujetadas a ambos extremos del alambre, se hacían cruzar alternativamente para formar la trenza (Figura 2). A continuación, se ensayaron a tracción las uniones trenzadas hasta la desunión de las espiras. Para tal fin, se utilizó una máquina de ensayos mecánicos Adamel Lhomargy ® modelo DY34 equipada con una célula de carga de 10 kN. Los extremos de los alambres se sujetaron a ambas mordazas de la máquina

de ensayos, siendo controladas por medio de la conexión a un PC con un paquete de software Autotrac ®. El ensayo se efectuó a una velocidad de desplazamiento de la mordaza superior de 30 mm/min (Figura 3).

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el paquete estadístico SPSS (V 11.5), comparándose los valores de fuerza máxima en ambos grupos de alambres, mediante un test de "t". Aparte de facilitar los valores medios y sus desviaciones típicas (dt), se determinó el intervalo de confianza del 95% (IC) de la diferencia de medias. El nivel de significación asumido fue el habitual del 5% ($\alpha = 0.05$).

Resultados

Después de proceder al ensayo mecánico de las uniones trenzadas en los dos grupos de alambres,

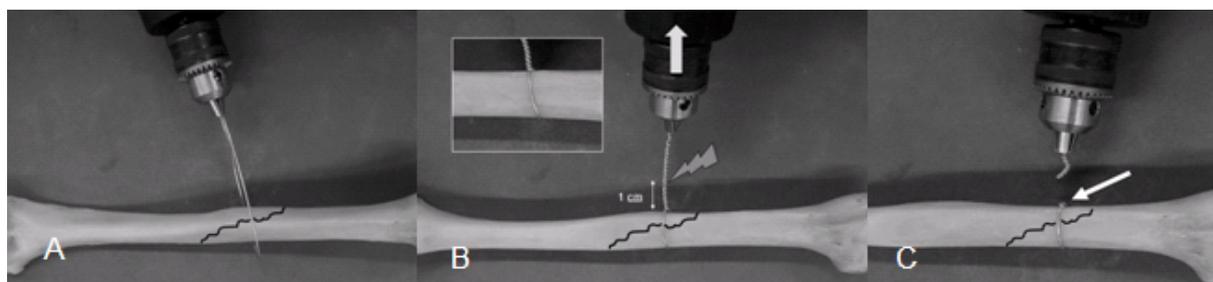


Figura 1.

- A) Colocación de los extremos del alambre dentro del portabrocas del motor eléctrico.
 B) Trenzado finalizado y zona en la que generalmente se rompe el alambre (flecha quebrada), es decir, a uno o dos centímetros proximales a la espira más cercana al hueso. En el recuadro superior puede observarse la homogeneidad de la trenza formada.
 C) Rotura del alambre al querer realizar una nueva espira con el motor eléctrico (flecha blanca). Obsérvese que la rotura se produce a nivel de la espira más próxima al hueso y, por tanto, con todas las posibilidades de desunión del nudo.

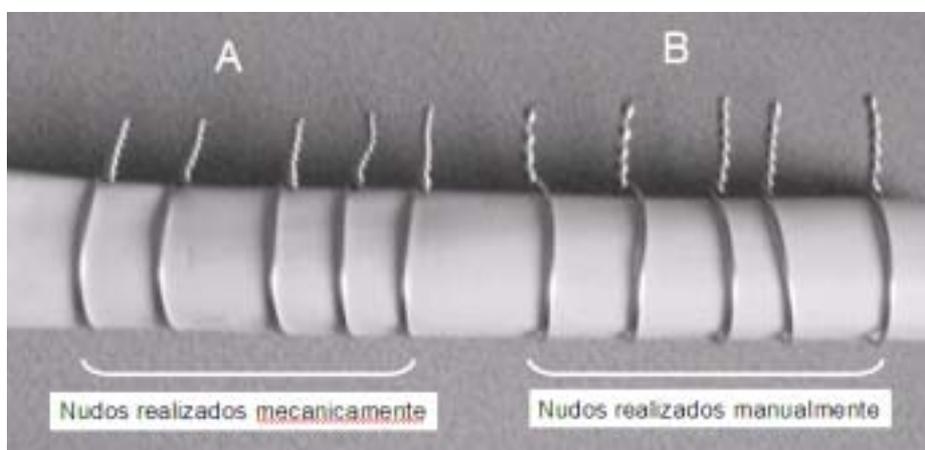


Figura 2. Trenzado del alambre.

- A) efectuado mecánicamente con motor quirúrgico. B) efectuado manualmente con dos alicates.

se pudo observar que la trenza efectuada mecánicamente con motor quirúrgico fue mucho más resistente que la efectuada manualmente (Tabla 1), siendo dichas diferencias significativas ($p = 0.022$), con una magnitud de la diferencia nada despreciable de poco más de 90 N. También cabe señalar la menor variabilidad en el grupo de union trenzada mecánicamente, con coeficientes de variación inferiores al 3%, frente a valores cercanos al 16% en el grupo manual.

Discusión

La primera referencia escrita sobre el uso de los cerclajes alámbricos en Cirugía Ortopédica y Traumatología apareció en 1775, donde se utilizó en una fractura de la diáfisis del húmero (20). Desde entonces, y ya han pasado más de 200 años, se han ido publicando numerosos artículos sobre este tipo de osteosíntesis, lo que da fe de la bondad del método (21). Sin embargo, y quizás por los pobres

Alambre	Espira mecánica (Fuerza (N))	Espira manual Fuerza (N)
1	454	349
2	454	268
3	446	374
4	425	425
5	451	360
Media:	446.0	355.2
Desviación típica:	12.2	56.8
Intervalo de confianza del 95% (IC) de la diferencia de medias: 90.8 (21.0 – 160.6)		

Tabla 1. Valores de resistencia máxima requeridos para desunir las uniones trenzadas del cerclaje.

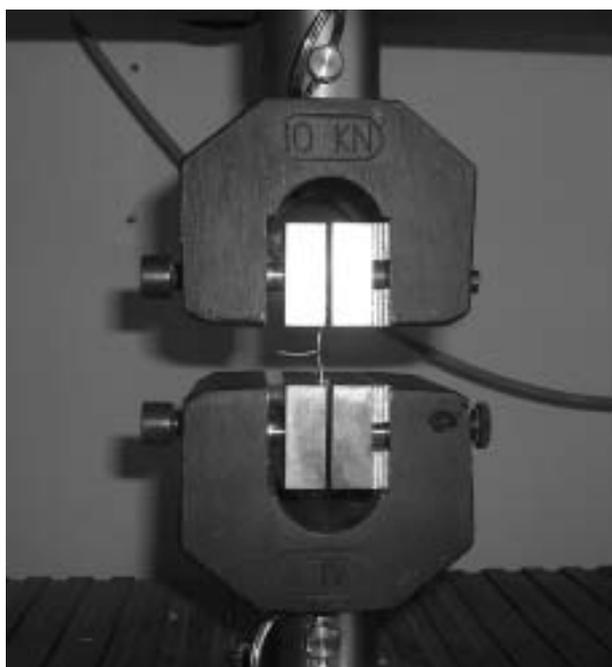


Figura 3. Colocación de los extremos del alambre en las mordazas de la máquina de ensayos durante el proceso de la prueba a tracción del mismo.

conocimientos mecánicos de la época, pronto se observó que no en todos los casos, el cerclaje cumplía los requisitos básicos que toda osteosíntesis debería tener, es decir, mantener la reducción inicial hasta que la fractura consolidara. En este sentido, el principio mecánico del cerclaje con sólo el uso de alambre, fue descrito y popularizado por Parham y Martin en 1913 (22), pero no fue hasta los años 70 del siglo pasado, en que se sentaron las bases de dicho método al introducir las agujas de Kirschner dentro del cerclaje (22), especialmente para las fracturas por avulsión, como pueden ser las de olécranon y las del tendón del cuádriceps y/o rotuliano. No obstante, en el transcurso de los años, el cerclaje alámbrico ha venido empleándose en un sinnúmero de situaciones ortopédicas y traumatológicas, constituyendo una alternativa válida a la osteosíntesis tradicional con clavos y/o placas, ó como ayuda adicional a las mismas. Sin embargo, a pesar de los numerosos trabajos clínicos publicados sobre dicho método de osteosíntesis, pocos son los artículos que hacen referencia a las dificultades en su colocación ó sus complicaciones. En este contexto, resulta imprescindible conocer las diversas opciones del cerclaje alámbrico así como sus diferentes formas

de anudamiento y/o trenzado, amén de sus características mecánicas, no sólo del material empleado, sino también su resistencia, rigidez y fallo a fatiga. Asimismo, la utilización de artilugios de pretensado, es otro de los factores a tener en cuenta sino queremos observar los tan desagradables aflojamientos y/o roturas del alambre, inmediatamente después de la cirugía. Así pues, en un intento de simplificar el problema, creímos oportuno dar a conocer un nuevo método mecánico de confección y anudado de los cerclajes, con el fin de poderlo aplicar convenientemente en el ser humano.

El método de cerclaje que se presenta en este artículo es simple y seguro, pues en ningún caso hemos objetivado daño óseo. Sin embargo, lo que no sabemos por ahora, es el mecanismo exacto por el cual se rompe la trenza alámbrica a unos centímetros proximales a la última espira en contacto con el hueso en vez de continuar su efecto segando el mismo. Estudios posteriores pueden elucidar este aspecto. Asimismo, pudimos comprobar que, en la mayoría de los casos, el tensado conseguido es el idóneo, no requiriendo efectuar ninguna espira más, aunque puede realizarse la misma sin problemas siempre y cuando la hagamos manualmente. En este

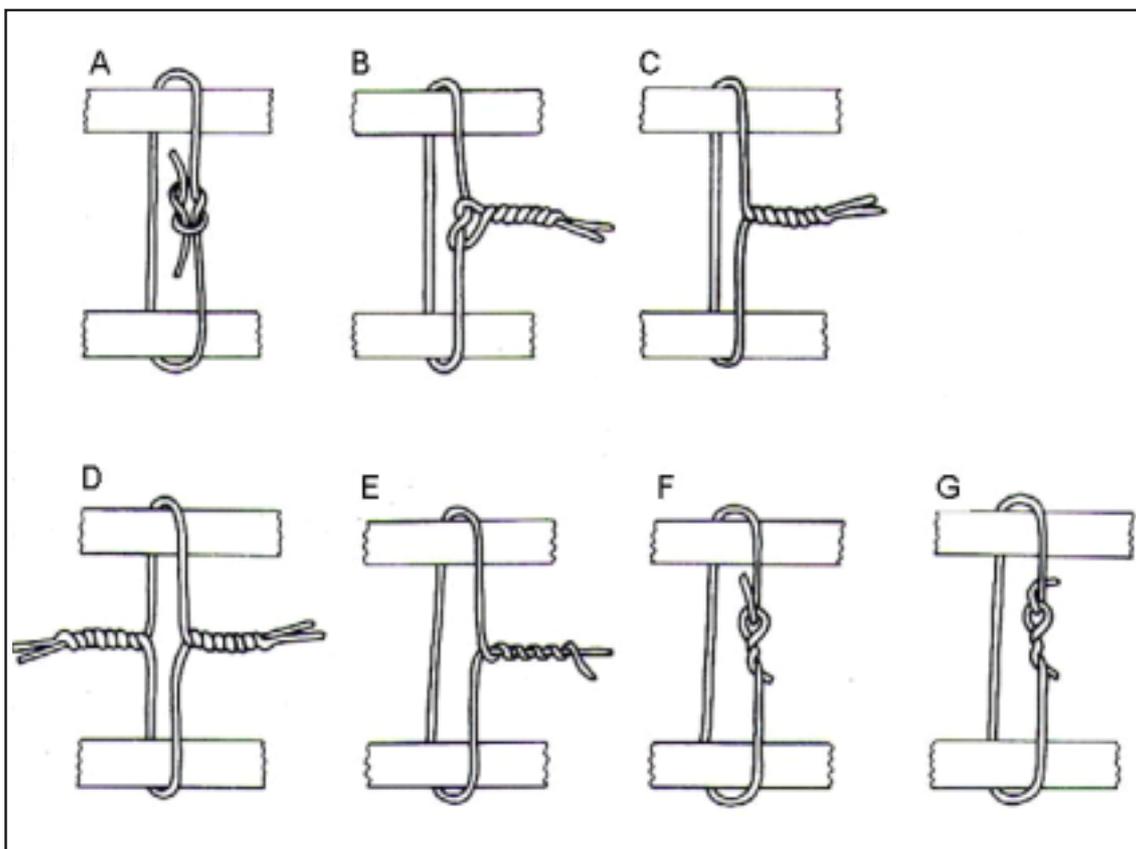


Figura 4. Tipos de nudo que pueden realizarse con los extremos del cerclaje alámbrico. A) Nudo cuadrado. B) Nudo trenzado. C) Nudo de trenza simétrica. D) Nudo de doble trenza simétrica. E) Nudo envuelto. F) Nudo AO. G) Nudo AO con plegado.

sentido, existen en el mercado diversos artilugios con el que poder efectuar un pretensado previo (15,16,17,19). Sin embargo, creemos que con los mismos, aparte de requerir diversas maniobras no exentas de dificultad, no se mejora el montaje.

Por lo que respecta a la unión o nudo del cerclaje, existen varias maneras de realizarse, desde el nudo cuadrado hasta el tipo AO con plegado, pasando por diversas formas de trenzado (Figura 4). De todos ellos, el que ha resultado ser más simple, práctico y eficiente a la hora de mantener la tensión adecuada es el trenzado simple (14), al igual que el empleado en este estudio. Sin embargo, este tipo de anudado puede realizarse mecánicamente o manualmente, aunque tal como se ha demostrado en este trabajo, el efectuado mecánicamente ha resultado ser más seguro y resistente que el efectuado manualmente. Además, este último, aparte de no poderse conseguir una trenza homogénea, está sujeto a indentaciones del alambre por parte de las pinzas o alicates con las que se efectúa el anudado, lo que podría dar lugar al debilitamiento del material y posterior fallo del mismo (11).

Por todo ello, creemos que con el método que se describe aquí, pueden efectuarse unos cerclajes alámbricos de forma simple, sin artilugios especiales de pretensado, y que aseguran, dentro de los cánones de la biomecánica de la osteosíntesis, una fijación segura.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Ignasi Gichs la elaboración del estudio estadístico.

Bibliografía

1. **Curtis MJ.** Internal fixation for fractures of the patella. A comparison of two methods. *J Bone Joint Surg* 1990; 72 B: 280-2.
2. **Hung LK, Chan KM, Chow YN, Leung PC.** Fractured patella: operative treatment using tension band principle. *Injury* 1985; 16: 343-7.
3. **Levack B, Flannagan JP, Hobbs S.** Results of surgical treatment of patellar fractures. *J Bone Joint Surg* 1985; 67 B: 416-9.
4. **Larsen E, Jensen EM.** Tension band wiring of olecranon fractures with non-sliding pins. *Acta Orthop Scand* 1991; 62: 360-2.
5. **Murphy DF, Green WB, Gilbert JA, Dameron TB.** Displaced olecranon fractures in adults. Biomechanical analysis of fixation methods. *Clin Orthop* 1987; 224: 215-23.
6. **Davis K, Caldwell P, Wayne J, Jiranek WA.**

- Mechanical comparison of fixation techniques for the tibial tubercle osteotomy. *J Bone Joint Surg* 2000; 380: 241-9.
7. **Bronson JL.** Articular interposition of trochanteric wires in a failed total hip replacement. *Clin Orthop* 1976; 121: 50-2.
8. **Clarke RP, Shea WD, Bierbaum BE.** Trochanteric osteotomy: Analysis of pattern of wire fixation failure and complications. *Clin Orthop* 1979; 141: 102-10.
9. **Herring JA, Weger DR.** Segmental spinal instrumentation: a preliminary report of 40 consecutive cases. *Spine* 1982; 7: 285-98.
10. **Luque E.** Anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. *Spine* 1982; 7: 256-9.
11. **Oh I, Sander TW, Treharne RW.** The fatigue resistance of orthopaedic wire. *Clin Orthop* 1985; 192: 228-35.
12. **Roe SC.** Mechanics characteristics and comparisons of cerclage wires: introduction of the double-wrap and loop/twist tying methods. *Veterinary Surg* 1997; 26: 310-6.
13. **Shaw JA, Daubert HB.** Compression capability of cerclage fixation systems. *Orthopedics* 1988; 11:1169-74.
14. **Guadagni JR, Drummond DS.** Strength of surgical wire fixation. A laboratory study. *Clin Orthop* 1986; 209: 176-81.
15. **Schultz RS, Boger JW, Dunn HK.** Strength of stainless steel surgical wire in various fixation modes. *Clin Orthop* 1985; 198: 304-7.
16. **Wilson JW.** Knot strength of cerclage bands and wires. *Acta Orthop Scand* 1988; 59: 545-7.
17. **Harnroongroj T.** Twist knot cerclage wire: the appropriate wire tension for knot construction and fracture stability. *Clin Biomechanics* 1998 13: 449-51.
18. **Davey JR, Bourne RB, Finlay JB, Rorabeck CH.** A biomechanical study of wire fixation. *Can J Surg* 1987; 30: 51-2.
19. **Meyer DC, Ramseier LE, Lajtai G, Nötzli H.** A new method for cerclage wire fixation to maximal pre-tension with minimal elongation to failure. *Clin Biomechanics* 2003;18: 975-80.
20. **Pujol M.** French Journal of Surgery. August 1775. Citado por Venable CSy Stuck WG en: Internal Fixation of Fractures. Springfield, Illinois, CC Thomas, 1947, pp: 3-4.
21. **Venable CS, Struck WG.** The internal fixation of fractures. Springfield, Illinois, CC Thomas, 1947, p.3.
22. **Parham FW, Martin ED.** A new device for the treatment of fractures. *New Orleans Med Surg* 1913; 21: 451.
23. **Muller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H.** Manual of internal fixation. Berlin, Springer-Verlag, 1979.