

Principio biomecánico del tirante

Ramos-Maza E,* Domínguez-Barrios C,** Chávez-Covarrubias G,*** García-Estrada F,** Buffo-Sequeira I,**** Meza-Reyes G*****

Introducción

En ingeniería tirante el principio biomecánico del tirante es un aditamento rígido colocado en la superficie de tensión de una estructura para brindar un reforzamiento y evitar la caída o ruptura de la misma.

El principio del tirante fue introducido por Pauwels y aplicado al tratamiento en cirugía ósea. Todo hueso sometido a una carga excéntrica es solicitado en flexión. La distribución típica en fuerzas externas de tracción e internas de compresión ocasiona la distracción de la línea de fractura sobre el lado de tensión con la consiguiente angulación externa del hueso. Si estos esfuerzos de tensión son absorbidos por un tirante y los esfuerzos internos de compresión son soportados por el hueso, se restablece la capacidad de carga del hueso. En consecuencia la compresión axial interfragmentaria se realizará durante las solicitudes de carga.^{1,2}

Definición

Es un implante tensado en la superficie convexa de un hueso con fractura transversal.

Objetivo

Convertir las solicitudes de flexión en el hueso en esfuerzos de compresión axial en la fractura.^{1,2}

Cuando en las columnas curvas se aplica una fuerza sobre el eje de carga, el cuerpo de la columna se solicita en flexión, en la superficie cóncava aparecen esfuerzos de compresión y en la superficie convexa esfuerzos de tensión.

Cuando la resistencia del material de la columna no es suficiente para soportar el peso que se aplica, se indicará un tirante. El efecto obtenido es la transformación de las soli-

citaciones en flexión en compresión axial. La compresión axial será directamente proporcional a las solicitudes en flexión. De tal manera que a mayor flexión, mayor compresión axial (*Figuras 1A y 1B*).

Indicaciones

Trazos transversos en huesos curvos, rótula, lagunas avulsiones y maléolos.

Cuando no exista soporte óseo el principio del tirante no es aplicable, ya que las solicitudes de carga siempre serán de flexión y producirán fatiga del implante.^{1,2}

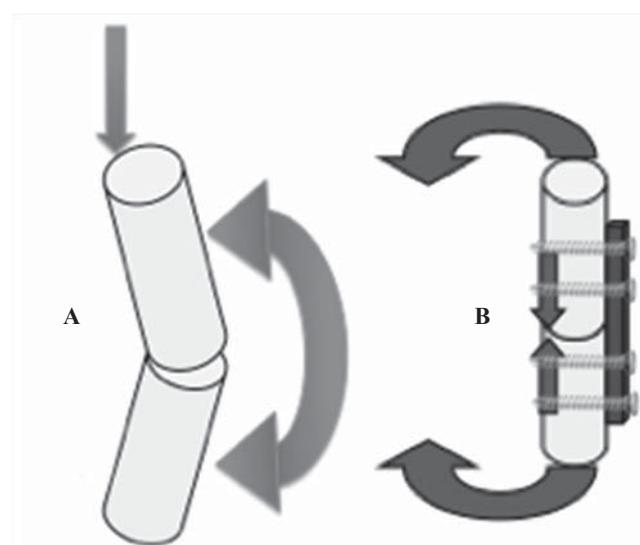


Figura 1. A) Solicitud en flexión de un hueso curvo. **B)** Con el tirante se convierte en esfuerzos de compresión.

* Trustee Exoficio de la Fundación AO. Miembro del cuerpo médico del Centro Médico ABC. Profesor Internacional AO.

** Trustee Exoficio de la Fundación AO. Profesor Internacional AO.

*** Director Médico del Hospital General Regional Núm. 2 del IMSS. Profesor Regional AO.

**** Director del Consejo Mexicano de AO Trauma, Profesor Internacional AO. Coordinador de Osteosíntesis en el hospital Dalinde.

***** Director General de la Unidad Médica de Alta Especialidad de Ortopedia y Traumatología Lomas Verdes del IMSS. Profesor Regional AO.

Dirección para correspondencia:

Edgardo Ramos-Maza

E-mail: bastian6@gmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedia>

En osteosíntesis el principio del tirante se aplica en los huesos fracturados que se comportan como columnas curvas y que presentan una fractura simple o de dos fragmentos, de resultante transversa o con una angulación menor de 30 grados y como característica básica en lo que corresponde a la superficie cóncava, debe existir soporte óseo, es decir, ambas corticales deben apoyar una contra otra.¹ En el esqueleto humano todos los huesos muestran ese comportamiento con excepción de la tibia, que en condiciones normales es una columna recta.

Podemos entonces definir el significado de hueso curvo como aquél en el que no coincide el eje mecánico con el eje anatómico (*Figuras 2A y 2B*).^{1,2}

En el principio del tirante se emplean al mismo tiempo las dos modalidades de compresión, es decir, la compresión estática que es la que el cirujano ejerce directamente en la cortical próxima al implante al tensarlo, ya sea una placa, un alambre o un fijador, mientras que la compresión dinámica se ejerce al momento que el segmento anatómico en el que se aplica el tirante recibe carga axial, lo que puede darse al flexionar la articulación, tanto por la posición de los huesos adyacentes como por la acción muscular, tendinosa y de otras estructuras blandas o cuando el segmento corporal recibe carga ponderal igualmente axial (*Figuras 3A y 3B*).

En el ejemplo de la *figuras 3A y 3B* el paciente se encontraba aún en quirófano y obviamente anestesiado, siendo

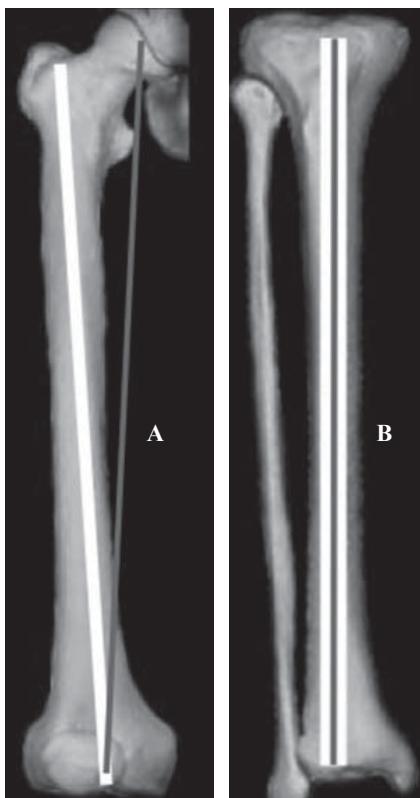


Figura 2. A) Hueso curvo. No coinciden el eje anatómico y el mecánico. B) En la tibia coinciden ambos ejes (línea blanca = eje anatómico, línea gris = eje mecánico).

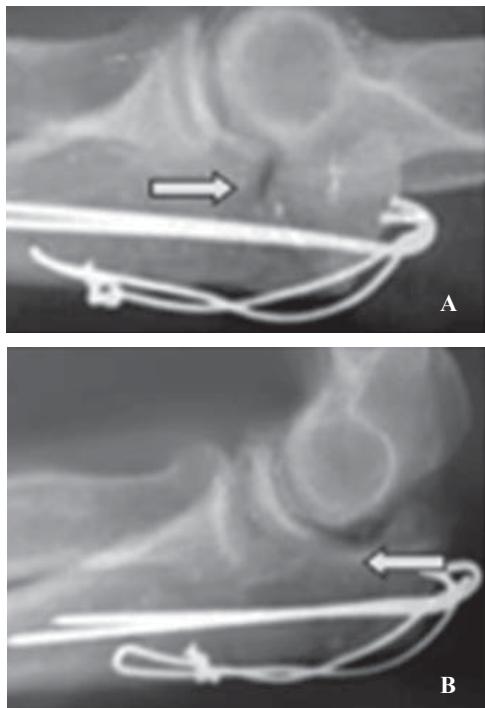


Figura 3. A) El tirante en extensión se abre del lado opuesto. B) En flexión se cierra por ser compresión dinámica.

esta una demostración fotográfica de una radiografía. Esto mismo se expone en otro caso que presentaba una fractura de húmero distal, misma que fue sometida a una osteosíntesis tipo Chevron en olécranon y en la que puede observarse cómo el lado opuesto del implante está cerrado a la flexión y al extender ligeramente el lado articular del olécranon se abre de manera visible (*Figuras 4A y 4B*).

Implantes

1. Cerclaje de alambre
2. Alambre más clavillos
3. Placas
4. Fijador externo

1. Cerclaje con alambre: el cerclaje de alambre ejerce una compresión dinámica y está indicado siempre que pueda absorber los esfuerzos de tensión que actúan a nivel de la fractura y cuando sea capaz de convertir los esfuerzos de flexión y cizallamiento en compresión axial interfragmentaria. El principio del tirante utilizando exclusivamente alambre no es muy recomendable, ya que puede quedar inestable y no cumplir de manera adecuada con la consolidación (*Figura 5*).
2. Alambre más clavillos: los clavillos de Kirschner aumentan la estabilidad del montaje y proporcionan la posibilidad de un anclaje óseo adicional. Cuando se utilizan clavillos, el alambre se ancla en ellos para aumentar la estabilidad y este alambre deberá colocarse en la superficie de tensión del hueso con el fin de cumplir con la compresión axial

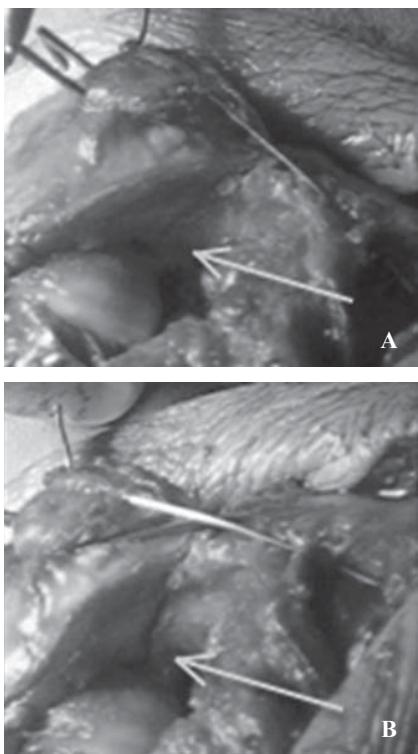


Figura 4. A) Olecranon en flexión con trazo de fractura en compresión. B) Al extender el codo se abre francamente el lado opuesto hacia donde está el tirante.

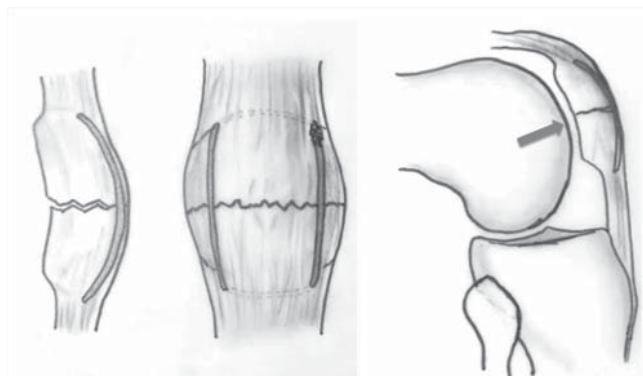


Figura 5. Es posible que el tirante sólo con alambre y sin clavillos no funcione adecuadamente.

combinada, es decir, estática del lado del implante y dinámica del lado opuesto (*Figura 6*).

3. Placas: las placas pueden funcionar bajo el principio biomecánico del tirante si se aplican para el tratamiento de fracturas transversales de huesos curvos. Deben colocarse siempre en la superficie convexa o de tensión (ya que las placas resisten adecuadamente esta solicitud en tensión) y nunca en la superficie de flexión, pues no la toleran adecuadamente y tienden a la fatiga. Siempre que se utiliza una placa bajo este principio, ésta deberá amoldarse, tensarse y pretensarse para evitar que se abra la cortical opuesta, asimismo deberá ejercer una compresión axial lo mejor balanceada posible a todo lo largo del trazo de fractura (*Figura 7*).^{1,2} Se requiere un mínimo de corticales a cada lado del trazo de fractura para garantizar su correcta sujeción. Se consideran suficientes corticales para:

Húmero	6 corticales
Radio y cúbito	8 corticales
Fémur	8 corticales

Es importante considerar que deben seguirse las reglas de las corticales para evitar que los tornillos se desanclen por la gran demanda de tensión a la que es sometido el implante.

4. Fijador externo: tal como se comentó anteriormente, el fijador externo también puede funcionar bajo el principio biomecánico del tirante. La indicación es la misma, es decir, trazos transversos en huesos curvos. El sitio donde más se aplica el fijador bajo este principio es el fémur y deberá colocarse en la superficie lateral para cumplir como tirante. Es importante efectuar el tensado de éste, lo cual se logra con el acercamiento de los tornillos de ambos lados de la fractura, pero además deberá realizarse la maniobra de angular los tornillos de Schanz, de tal forma que confluyan sus puntas para evitar la apertura de la cortical opuesta, es decir, así se lleva a cabo el pretensado con el fijador externo; sin embargo, el fijador como tirante ha caído en desuso por las dificultades que conlleva y por tratarse de un tratamiento transitorio, para después utilizar otro principio y por lo tanto, con otro implante ya como tratamiento definitivo (*Figura 8*).



Figura 6.

Tirante con alambre y clavillos en diferentes regiones.

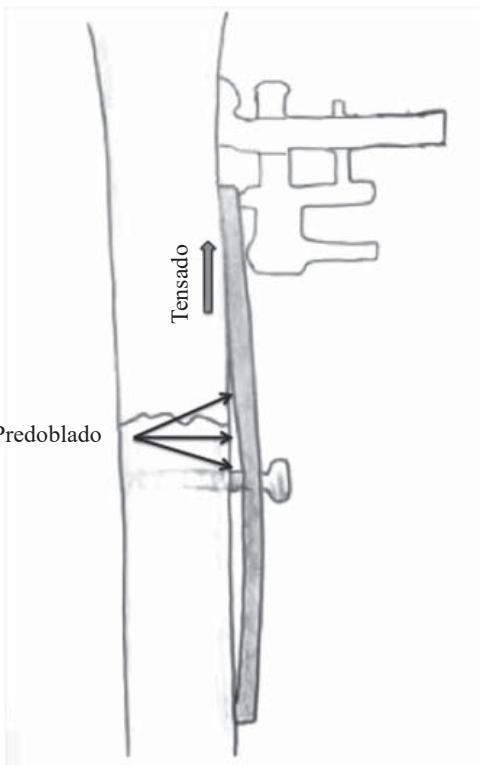


Figura 7. Se requiere tensar y pretensar las placas que actúan como tirantes para una distribución uniforme de las cargas.

En conclusión, los alambres y clavillos, las placas y los fijadores externos pueden funcionar como tirante siempre y cuando se usen para tratar fracturas transversales de huesos curvos, convirtiendo las solicitudes de flexión en esfuerzos de compresión axial tanto estática en la cortical adyacente al implante como dinámica en el lado opuesto al implante.

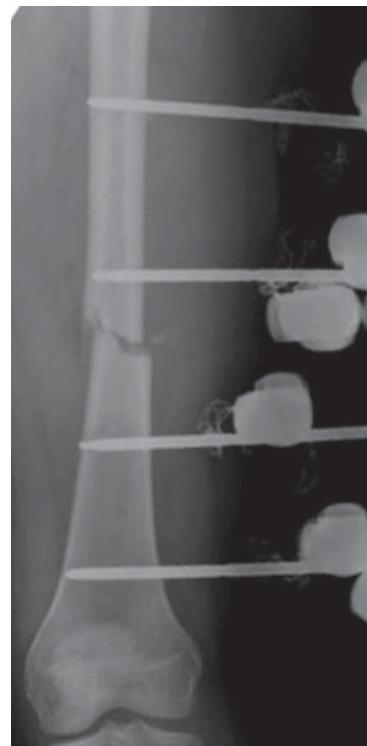


Figura 8. El fijador externo también puede funcionar como tirante aun de manera temporal; sin embargo, para que actúe correctamente, la reducción de la fractura debe ser adecuada.

Bibliografía

1. Rüedi OT, Murphy MW: AO Principles of fracture management. Stuttgart-New York: Edit. Thieme; 2007: 249-50.
2. Browner BD, et al: Skeletal trauma. 4th edition Edinburgh (United Kingdom): Elsevier; 2008: 215-17, 219. Available in: www.us.elsevierhealth.com/orthopaedics/skeletal-trauma