

CAPÍTULO 18 - OSTEOSÍNTESIS EN EL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS: PLACAS

Autores: Neus Vilabré Pagès, Marta Baraldés Canal

Coordinador: Lluís Marull Serra

Hospital Universitari “Doctor Josep Trueta” de Girona

1.- INTRODUCCIÓN

La osteosíntesis con placas ha sufrido una gran evolución en los últimos décadas, debido a la investigación en los materiales, en el diseño de los implantes y sobre todo en la biología del callo de fractura.

Danis en 1949 publicó un libro de osteosíntesis en el que defendía para el tratamiento de las fracturas la fijación rígida añadiendo compresión entre los fragmentos persiguiendo una rehabilitación funcional precoz. Este revolucionario concepto fue decisivo para el diseño de las posteriores placas.

En 1958 un grupo de cirujanos suizos creó la “Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen” (Asociación para la Osteosíntesis). Esta asociación ha sido de gran importancia ya que estableció los conceptos básicos de la osteosíntesis con placas y la difundió mundialmente; también han desarrollado diferentes instrumentos e implantes quirúrgicos.

2.- BIOLOGÍA

En la fijación clásica de las fracturas con placas se realiza un abordaje para facilitar la exposición de la fractura y conseguir una reducción anatómica. El abordaje produce una agresión a las partes blandas disecadas y a la circulación perióstica (1). No se sabe con exactitud si el hematoma del foco de la fractura es una fuente de células que ayudan a la curación pero se cree que la conservación del hematoma podría ser beneficioso, aunque hay autores que lo desmienten.

En la osteosíntesis con placas se ponen en contacto directo los extremos óseos, lo que permite la formación directa de hueso o consolidación por primera intención.

La desperiostización bajo la placa puede retrasar y disminuir la formación de callo, así como retardar y reducir el remodelado óseo, originando porosis en la cortical que se encuentra directamente debajo de la placa. Además, el contacto hueso-placa produce daño de los vasos periósticos. Por otro lado, la perforación del hueso necesaria para colocar los tornillos, lesiona el endostio y la cavidad intramedular. Esto puede producir una necrosis ósea local que a su vez puede retrasar la consolidación de la fractura. Debido a estas alteraciones los nuevos diseños de placas de bajo contacto disminuyen el daño de la circulación perióstica (2). Otros autores relacionan la osteoporosis de la cortical bajo la placa con el denominado **stress shielding** o protección de la tensión en el hueso. Las fuerzas de carga pasan a través de la placa y no del hueso, de tal forma que la actividad osteoblástica está disminuida por la menor demanda funcional según la conocida ley de Wolff. Uthoff (3) considera que la única posible solución para mejorar la consolidación bajo la placa es una construcción que permita micromovimientos a través de la fractura.

Estos micromovimientos deben estar limitados a la dirección axial, por lo que la construcción debe resistir las fuerzas de flexión, torsión y cizallamiento. Otros autores como Sarmiento también apoyan la teoría de que el movimiento en el foco de la fractura estimula la osteogénesis como se puede apreciar en los enclavados endomedulares y en el tratamiento de las fracturas con una ortesis o con yesos funcionales. Este mismo autor pone en duda que la atrofia de la cortical que se produce debajo de la placa sea consecuencia del compromiso del riego sanguíneo, ya que los vasos medulares nutren entre el 66% y el 90% de la cortical de los huesos largos. La cortical restante se nutre por los vasos periósticos. Además hay fuertes evidencias de que los capilares osteogénicos surgen primariamente de las partes blandas que envuelven la fractura y en menor grado, de los vasos periósticos.

Durante las últimas décadas ha aparecido el concepto de fijación interna biológica, como una fijación más flexible que puede estimular la formación de callo óseo, y además la reducción indirecta disminuirá la lesión de partes blandas. Ello engloba el uso de placas con un contacto mínimo entre implante y hueso, puenteando la fractura en un tramo largo, utilizando pocos tornillos para la fijación y permitiendo cierto grado de movimiento en el foco de la fractura con la finalidad de restaurar la longitud, eje y rotación sin alterar la perfusión ósea (4).

3.- TORNILLOS

El tornillo es un dispositivo de forma helicoidal que convierte fuerzas rotatorias en movimiento lineal; la forma en hélice de la rosca hace que cuando éste gire dentro de un material, el tornillo se mueva a lo largo de su eje longitudinal (5).

Los tornillos tienen diferentes partes:

- **Cabeza:** es la parte superior del tornillo que permite la colocación del destornillador y detiene el movimiento cuando contacta con la superficie del hueso o de la placa.
- **Alma:** es el cilindro central. El diámetro del alma o diámetro menor determina el tamaño mínimo del agujero que permitirá que el tornillo pueda introducirse en el hueso, y por lo tanto es el diámetro mínimo que habrá que brocar.
- **Rosca:** parte del vástago del tornillo con forma helicoidal y corresponde al diámetro exterior del tornillo o diámetro mayor. Los tornillos pueden presentar una rosca completa, si están roscados a todo lo largo de su alma, o rosca parcial si tan sólo lo están en la parte distal. Los tornillos de rosca parcial también se conocen como de vástago liso y pueden tener una rosca parcial larga o corta. El diámetro exterior de la rosca define el tornillo. El poder de sujeción de un tornillo, una vez introducido en el hueso, reside en la cantidad de rosca insertada (diámetro y número de roscas)

- **El paso de rosca del tornillo:** es la longitud de desplazamiento del tornillo con cada vuelta de la hélice de 360°. Cuanto más corta sea esta distancia, más estrecho es el paso de rosca y más vueltas de hélice hay que dar para introducir el tornillo (5).

Los tornillos pueden ser:

- **De cortical:** está diseñado para introducirse en la cortical del hueso que presenta una estructura relativamente rígida y dura. Tienen un paso de rosca estrecho, es decir, existe poca distancia entre las espiras de la rosca.
- **De esponjosa:** están diseñados para la fijación en hueso esponjoso metafisario y epifisario con gran porosidad. Este tipo de tornillo posee una gran diferencia entre el diámetro mayor de la rosca y el diámetro menor del alma, es decir tiene una rosca más ancha, así como un paso de rosca más ancho que los de cortical.

4.- INDICACIONES OSTEOSÍNTESI CON PLACAS

La osteosíntesis con placas tiene como indicaciones globales:

- Compresión interfragmentaria en fracturas diafisarias simples.
- Fracturas articulares en las que el principal objetivo es realizar una reducción anatómica lo más precisa posible.
- Fracturas metafisarias y epifisarias como placa de sostén y las conminutas como placa puente.
- Fracturas diafisarias o metafisarias conminutas como placa puente.
- Fracturas del antebrazo, ya que se consideran fracturas articulares, debido a que la interrelación entre cúbito y radio debe ser perfecta para permitir la pronosupinación.

5.- FUNCIONES DE LAS PLACAS: PRINCIPIOS BÁSICOS DE FIJACIÓN

La función de una placa no depende exclusivamente de su diseño, sino en el modo de aplicación. Las funciones de las placas son: neutralización, compresión, sostén y banda de tensión.

5.1. Neutralización

Un método tradicional y muy efectivo para aportar fijación rígida a una fractura diafisaria simple con un trazo no perpendicular al hueso, es a través de un tornillo de tracción o compresión interfragmentaria combinado con una placa de neutralización o de protección para dar mayor estabilidad al sistema.

El tornillo a compresión se puede colocar a través de la placa o en el exterior de la misma. Este efecto se consigue cuando la parte del tornillo proximal a la fractura se desliza por el agujero sin hacer presa; una vez ha atravesado la fractura, al roscarse en el fragmento distal, aproxima los fragmentos cuando la cabeza contacta con el fragmento proximal. Es muy importante el ángulo de inserción del tornillo y su colocación perpendicularmente a la fractura ya que si ello no se consigue se puede crear un plano de cizallamiento que haga perder la reducción obtenida (Figura 1).

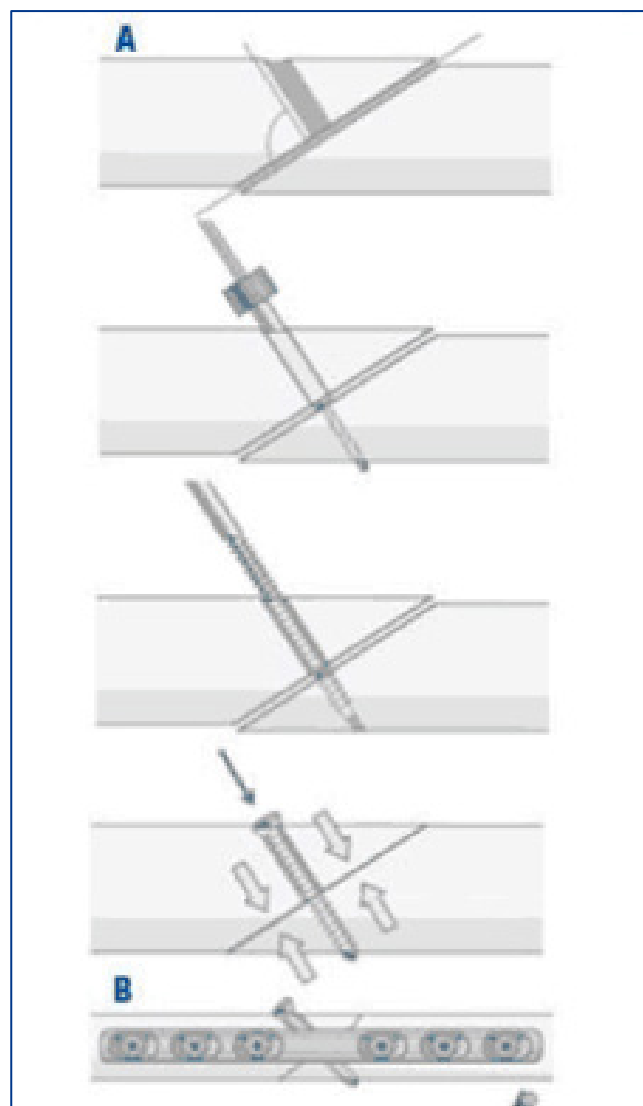


Figura 1. A) Método de colocación del tornillo de compresión interfragmentaria: Brocado del orificio proximal a la fractura de mayor diámetro que el distal con una dirección perpendicular al trazo de fractura, terraja, que labra la rosca del tornillo (opcional) y colocación del tornillo. B) Placa de neutralización con tornillo de compresión.

5.2. Compresión

En los casos de fracturas simples con trazo perpendicular al hueso (fracturas transversas) no puede colocarse un tornillo de tracción para aplicar compresión. En estos casos se utiliza la propia placa para aplicar la compresión.

5.2.1. Placas de compresión dinámica

Las denominadas placas de compresión dinámica pueden realizar autocompresión. Una vez reducida la fractura, se coloca un tornillo a cada lado excéntricamente en el agujero ovalado de la placa. Debido a la configuración del agujero con superficie inclinada, la introducción excéntrica distalmente a la fractura en el agujero produce un desplazamiento de la placa sobre el hueso y compresión del foco de fractura.

Gracias al diseño ovalado del agujero de estas placas, también se pueden colocar tornillos a través de la placa con función de compresión interfragmentaria, pudiendo angular el tornillo según la localización de la línea de fractura (6,7) (Figura 2).

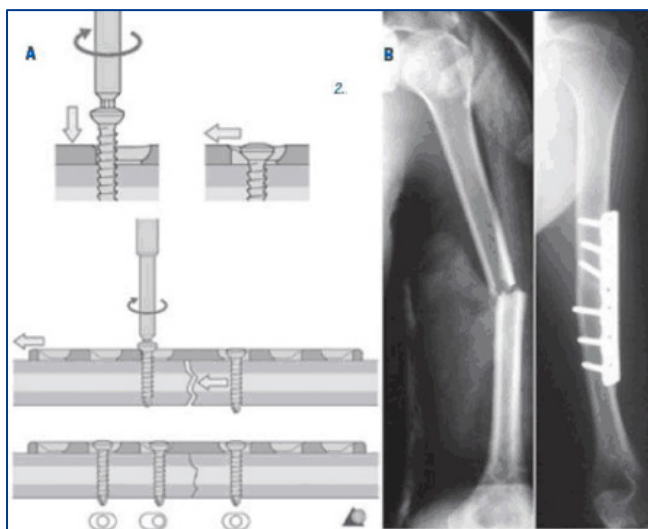


Figura 2. A) Método de colocación de las placas de compresión dinámica. B) Fractura transversa diafisaria de húmero tratada con placa de compresión dinámica, en la que se observa una consolidación por primera intención.

5.2.2. Compresión por remodelado

Cuando una placa plana se aplica sobre un hueso recto mediante cualquier sistema para obtener compresión, ésta se produce de forma desigual; las corticales más alejadas de la placa pueden separarse a medida que se comprimen las corticales cercanas a la placa. Para evitar esto se debe premodelar previamente la placa con una forma cóncava de unos 8° a la altura de la fractura, de manera que toque en sus extremos más alejados al hueso. De este modo al aplicar compresión las corticales más alejadas se comprimen en primer lugar y posteriormente se comprimen las situadas directamente debajo de la placa.

5.3. Placa de sostén

Las placas de sostén también se conocen como antideslizamiento, contrafuerte o en consola. Se utilizan como contrafuerte de las fracturas de las zonas epifisaria-metáfisaria de los huesos largos, en fracturas producidas por cizallamiento. Los tornillos no se sitúan excéntricamente, sino en posición central en el agujero ovalado.

5.4. Banda de tensión

El concepto de transferencia de cargas dentro del hueso fue desarrollado por Pauwels. Cuando a un hueso largo se le aplica compresión axial, al ser una estructura tubular curva, experimenta tensión en un lado y compresión en el contrario. Una banda de tensión es un dispositivo que transforma las fuerzas de tensión en fuerzas de compresión. Para que una placa actúe como banda de tensión es necesario mantener algunas condiciones (7):

- Sometimiento a una carga excéntrica (ejemplo clásico es el fémur).
- La placa debe colocarse en el lado donde el hueso experimenta fuerzas de tensión, es decir, el lado convexo del hueso tubular curvo.
- La placa debe resistir las fuerzas de distracción.
- Debe existir contacto óseo en el lado opuesto de la placa.

6.- TIPOS DE PLACAS

6.1. Placas de compresión dinámica

Estas placas fueron diseñadas alrededor del año 1960 por el grupo AO. Presentan un agujero oval con una superficie inclinada para que el tornillo pueda deslizarse sobre la placa, de manera que si se coloca el tornillo excéntricamente a la fractura, se desplaza la placa sobre el hueso mientras la cabeza del tornillo baja por la pendiente, produciéndose así la compresión del foco de fractura (5,7). La forma ovalada del agujero permite una angulación de los tornillos de 25° en el plano longitudinal y 7° de inclinación en el plano transversal (6) (Figura 3). Este tipo de placa puede asumir funciones de compresión, neutralización, soporte o banda de tensión (7).

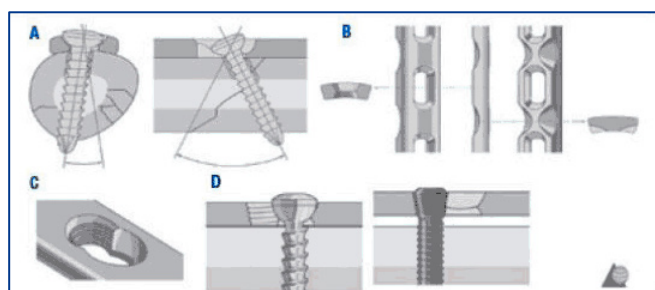


Figura 3. A) Inclinación de los tornillos en el eje longitudinal y transversal en las placas de compresión dinámica. B) Diseño de los agujeros ovales y perfil de las placas de compresión dinámica de bajo contacto. C) Diseño del agujero combinado. D) Colocación de un tornillo clásico y un tornillo de bloqueo en el agujero combinado.

Existen placas de compresión dinámica estrechas y anchas y a su vez para distintos diámetros de tornillo (los más comunes son de 4,5 mm, 3,5 mm y 2,7mm).

6.2. Placas de bajo contacto

Se diseñaron para disminuir la superficie de contacto placa-hueso (2): Las placas convencionales tienen casi un 100% de contacto con el hueso bajo la placa, mientras que las de bajo contacto sólo un 50%. Además, la superficie inferior de los agujeros está recortada con lo que se permite una mayor libertad en la angulación de los tornillos, tanto longitudinal como transversalmente (5,7).

6.3. Placas con tornillos bloqueados

El concepto de tornillo bloqueado a la placa ha revolucionado la osteosíntesis interna. Consiste en la fijación del tornillo a la placa con un ángulo fijo mediante una rosca en la cabeza del tornillo. Esto ayuda a proporcionar una mayor rigidez al sistema, disminuye las posibilidades de desmontaje de la osteosíntesis o pérdida

de reducción y aumenta la resistencia a las cargas axiales (8), con lo que se consigue una mejor fijación en huesos de baja calidad y en fracturas conminutas sin contacto entre los fragmentos principales. Sin embargo los tornillos de cabeza bloqueada no permiten dar compresión al foco de fractura y sólo pueden colocarse en la dirección predeterminada por la rosca de la placa.

La evolución de los diseños de las placas ha permitido combinar las ventajas de las placas de compresión dinámica y las que aportan las placas con tornillos bloqueados, consiguiendo un agujero combinado que permite realizar compresión del foco mediante tornillos convencionales o fijación del tornillo a la placa con tornillos bloqueados de cabeza roscada (5,7).

6.4. Placas con tornillos poliaxiales

Las placas bloqueadas de ángulo fijo o uniaxiales son de gran ayuda para las fracturas complejas. Diseños recientes de placas bloqueadas permiten cierta variabilidad en el ángulo de fijación del tornillo a la placa, y por tanto, dirigir el tornillo en diferentes direcciones. Las placas bloqueadas poliaxiales ofrecen una mayor versatilidad en la fijación sin un aparente incremento de complicaciones mecánicas o pérdidas de reducción.

6.5. Placas de reconstrucción

Estas placas presentan una hendidura a ambos lados entre los agujeros lo que permite moldearlas en los tres planos del espacio, para adaptarlas a superficies complejas. Los agujeros tienen una forma oval y permiten realizar compresión el foco de fractura. Actualmente están comercializadas placas de reconstrucción con el sistema de tornillos bloqueados que mejoran la fijación de la placa (6).

6.6. Placas anatómicas. Moldeado

Frecuentemente es necesario contornear las placas rectas para que queden colocadas según la anatomía del hueso. Si esto no se hace, se puede perder la reducción al colocar los tornillos convencionales y atraer el hueso a la placa. Hay placas que ya se fabrican con una forma similar a la del hueso a fijar.

7.- OSTEOSÍNTESI MÍNIMAMENTE INVASIVA (MIPO)

La técnica MIPO consiste en realizar una reducción indirecta y cerrada de la fractura normalmente controlada mediante radiología intraoperatoria. Posteriormente se desliza la placa en el plano submuscular o subcutáneo minimizando el daño de las partes blandas y se colocan los tornillos mediante pequeñas incisiones en la piel. La placa puentea la zona de fractura (9) y se realiza la osteosíntesis a modo de fijador interno con implantes de estabilidad angular bloqueados y moldeados previamente (10) (Figura 4).

8.- COMPLICACIONES

Están relacionadas con la técnica quirúrgica, el patrón de fractura, el estado de las partes blandas y la utilización y la mecánica de la placa. Muchas complicaciones pueden evitarse realizando una correcta planificación preoperatoria, una selección adecuada del implante y una disección cuidadosa y limitada de las partes blandas.



Figura 4. A) Fractura conminuta metáfiso-diafisaria proximal de tibia tratada con una placa puente con diseño anatómico y con tornillo de bloqueo en la que se han utilizado técnicas mínimamente invasivas. B) Guía externa acoplada a la placa que ayuda a la osteosíntesis percutánea con técnica MIPO y a la colocación de los tornillos minimizando la lesión de las partes blandas.

8.1. Intolerancia material

Esta complicación se observa con mayor frecuencia en los huesos más superficiales y con menor recubrimiento de partes blandas. El roce de la piel con la placa podría llegar a producir deshidratación de la herida quirúrgica, necrosis cutánea o protusión del material de osteosíntesis a través de la piel. En tal caso se debe retirar el material si es posible.

8.2. Rotura o aflojamiento del material

Puede estar producido por una fijación insuficiente de la fractura debido a falta de compresión, selección inadecuada de los tornillos, aplicación biomecánica errónea, etc. También puede tener relación con las características del paciente (como en la osteoporosis debido a la mala calidad ósea). Ha significado un gran avance en este campo la utilización de las placas con tornillos bloqueados. En los pacientes con retardos de la consolidación se pueden encontrar roturas de la osteosíntesis por fatiga del material antes de que la fractura llegue a consolidar. Otra causa de aflojamiento es la infección del material de osteosíntesis.

8.3. Infección

Es una complicación afortunadamente poco frecuente y que precisa tratamiento y seguimiento medicoquirúrgico prolongado. Para evitar esta complicación se utiliza de forma rutinaria profilaxis antibiótica, extremando las medidas de asepsia en todo momento. La infección compromete la osteosíntesis y dado que las bacterias pueden sobrevivir encima del implante fabricando biofilm, la erradicación del microorganismo es muy difícil si no se retira el material. La infección persistente puede conducir a una osteomielitis y a la falta de consolidación de la fractura.

8.4. Retraso consolidación o pseudoartrosis

En términos generales, la mayoría de las fracturas consolidan en los primeros tres meses. Si no sucede así puede hablarse de retraso de consolidación, y si pasados los seis meses sigue sin consolidar, el término adecuado es

pseudoartrosis. Existen en términos generales dos tipos de pseudoartrosis: hipertróficas (reactivas o en “pata de elefante”; que se asocia a fijaciones insuficientes con una excesiva movilidad del foco de fractura) y atróficas o arreactivas (por insuficiente actividad osteogénica en el foco de fractura).

BIBLIOGRAFÍA

1. Sonderegger J, Brob KR. *Dynamic plate osteosynthesis for fracture stabilization how to do it*. Orthopedic Reviews 2010; volumen 2:e4
2. Klaue K, Fengels I, Perren Sm. *Long-term effectes of plate osteosynthesis: comparision of four different plates*. Injury 2000; 31 Suppl 2:S-B51-62
3. Uththoff HK, Poitras P, Backman DS. Invited review article: Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments. J Ortho Sci 2006; 11:118-26
4. Perren S. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. J Bone Joint Surg Br 2002;84: 1093-110
5. Colton C. Principios del tratamiento de las fracturas. CD AO UK 2005
6. Bucholz R, Heckmen J. Rockwood & Green's. Fracturas en el adulto 2003. Tomo 1
7. Ruedi TP, Buckley RE, Moran CG. AO Principles of Fracture Management. AO Publishing, 2ª edición. Davos, 2007
8. Snow M, Thompson G, Turnel P. A Mechanical Comparison of the Locking Compression Plate (LCP) and the Low Contact-Dynamic Compression Plate (DCP) in an Osteoporotic Bone Model. J Orthop Trauma 2008;22:121-5
9. Smith WR, Ziran BH, Anglen JO, Stahel PF. Locking plates: tips and tricks. J Bone Joint Surg AM 2007 Oct 01;89(10):2298-2307
10. Ganz R, Van der Werken C. New concepts of plate osteosynthesis. AO/ASIF Alumni Symposium. Davos 1993