

CAPÍTULO 5

OSTEOSÍNTESIS EN EL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS: PLACAS

Autores: Arnau Moreno García, Paula Salgado Tarrida

Coordinador: Marc Puigbert Velazco
Hospital Universitari de Girona Doctor Josep Trueta

1. INTRODUCCIÓN

La osteosíntesis con placas ha evolucionado en las últimas décadas, gracias a los avances en el diseño de implantes, los materiales y la comprensión de la biología ósea ^(1,2).

Inicialmente, Danis (1949) defendía la fijación rígida con compresión interfragmentaria para lograr consolidación por primera intención y rehabilitación precoz. Estos principios fueron adoptados y estandarizados por el grupo AO en 1958 ⁽²⁾.

Actualmente, no todas las fracturas requieren una fijación rígida. La tendencia moderna prioriza una **fijación biológica**, que preserva los tejidos blandos y la vascularización, permitiendo cierto micromovimiento controlado. Esto favorece la formación de callo y una consolidación más fisiológica ^(1,3).

La introducción de placas de bajo contacto, tornillos bloqueados y técnicas mínimamente invasivas (MIPO) ha mejorado la estabilidad del montaje mientras se minimiza la agresión a los tejidos blandos y se respeta el entorno biológico local ^(3,4).

El hematoma de la fractura y la vascularización perióstica son esenciales para la reparación ósea ⁽⁵⁾. La compresión cortical con placas tradicionales puede comprometer esta vascularización y provocar necrosis local ^(6,7). Además, el *stress shielding*, por el desvío de cargas hacia la placa, reduce el estímulo mecánico sobre el hueso, disminuyendo la actividad osteoblástica según la ley de Wolff ⁽⁵⁾.

En contraposición, los micromovimientos axiales controlados pueden estimular la osteogénesis ⁽⁸⁾. Por ello, se ha promovido el concepto de estabilidad relativa, con técnicas como el puenteo de la fractura mediante placas largas con pocos tornillos, favoreciendo una consolidación eficiente sin comprometer la biología ^(1,3).

2. MATERIAL DE OSTEOSÍNTESIS

2.1. Placas

Tipos de placas (Figura 1)

- **Placas de compresión dinámica (DCP, Dynamic Compression Plate):** permiten compresión mediante orificios ovalados con superficies inclinadas, facilitando una angulación de los tornillos de 25° en el plano longitudinal y 7° en el plano transversal. Requieren contacto íntimo con la cortical, lo que puede afectar a la vascularización perióstica.
- **Placas de bajo contacto (LC-DCP, Limited Contact Dynamic Compression Plate):** similar a las anteriores, pero reducen el área de contacto con el hueso hasta un 50%, y con ello el daño vascular y el fenómeno de stress shielding.
- **Placas de compresión bloqueadas (LCP, Locking Compression Plate):** permiten combinar tornillos estándar y bloqueados gracias a sus orificios combinados. Ofrecen fijación angular estable, útil en hueso osteoporótico o fracturas metafisarias. Además, reducen el contacto con el hueso, preservando la vascularización y favoreciendo la consolidación.
- **Placas con ángulo de bloqueo variable:** variante de las LCP, permiten una inserción de tornillos bloqueados con cierto ángulo variable ($\pm 15^\circ$), esto facilita la fijación en fracturas complejas y evita estructuras o implantes adyacentes.
- **Placas de reconstrucción:** pueden moldearse adaptándose a la superficie ósea. Son delgadas y pueden contornearse, pero son menos rígidas.
- **Placas anatómicas precontorneadas:** pueden ajustarse a la anatomía específica de cada hueso, reduciendo la necesidad de contorneo manual.
- **Placas tubulares (1/3 de caña):** estrechas y delgadas con perfil curvo, utilizadas principalmente en huesos pequeños como el peroné. Su diseño reduce el contacto con el periostio y proporciona una fijación suplementaria.
- **Placas periprotésicas:** para fracturas alrededor de prótesis articulares. Son largas y permiten esquivar los

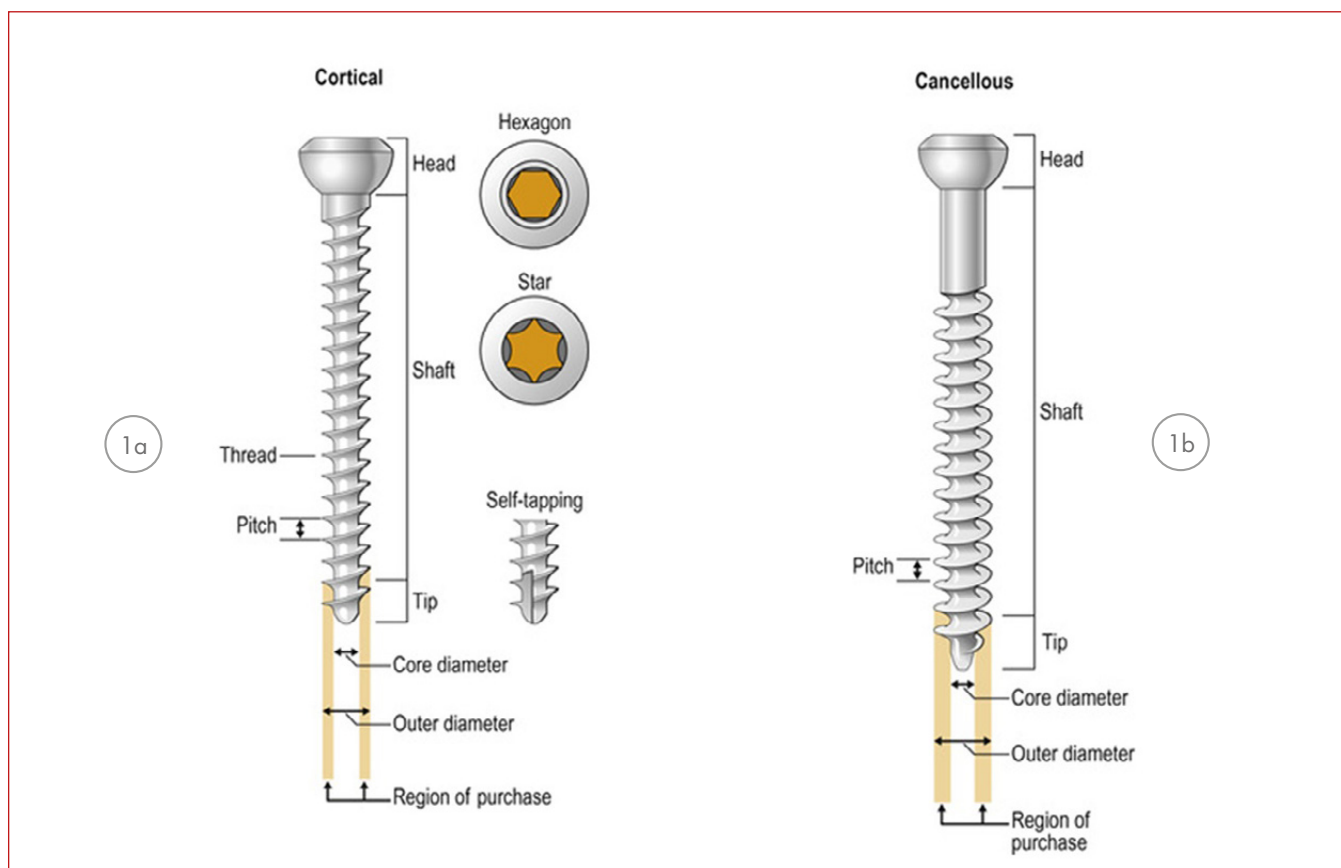


Figura 1. Figura 1 (a) tornillo de cortical. Figura 1 (b) tornillo esponjoso.

vástagos protésicos mediante agujeros de tornillo en posiciones específicas. Suelen incluir opciones para cerclajes.

- **Placas con ángulo fijo integrado:** modelos antiguos que incorporan un ángulo fijo en su diseño, como las "blade plates". Proporcionan estabilidad angular sin necesidad de compresión, aunque su uso ha disminuido con las LCP modernas.

2.2. Tornillos

Partes del tornillo

- **Cabeza:** permite el encaje del destornillador y limita el avance al contactar con hueso o placa.
- **Alma (diámetro menor):** cilindro central del tornillo; determina el diámetro mínimo a brocar.
- **Rosca (diámetro mayor):** porción helicoidal que puede ser completa o parcial (vástago liso). El diámetro y el número de espiras determinan su capacidad de sujeción.
- **Paso de rosca:** es la distancia que avanza el tornillo por cada vuelta completa. Un paso más estrecho implica mayor número de vueltas para el avance ⁽⁵⁾.

Tipos de tornillo

- **Tornillos de cortical:** diseñados para hueso compacto. Tienen rosca fina, paso estrecho y ofrecen buena fijación en la cortical del hueso ⁽⁵⁾.
- **Tornillos de esponjosa:** adaptados al hueso metafisario y epifisario, más poroso. Tienen una rosca más profunda y un paso más ancho, lo que mejora el anclaje en hueso trabecular ⁽⁵⁾.
- **Tornillos de bloqueo:** se enroscan en la placa además del hueso, generando una fijación angular estable. No requieren compresión entre la placa y el hueso, lo que los hace especialmente útiles en hueso osteoporótico, fracturas conminutas o fijaciones mínimamente invasivas ⁽³⁻⁵⁾. Su diseño impide el colapso del montaje y mejora la estabilidad del conjunto placa-tornillo (Figura 1).

3. INDICACIONES DE LAS PLACAS

La osteosíntesis con placas tiene como indicaciones globales:

- **Fracturas diafisarias desplazadas:** en huesos como la clavícula, el húmero, el fémur y la tibia.

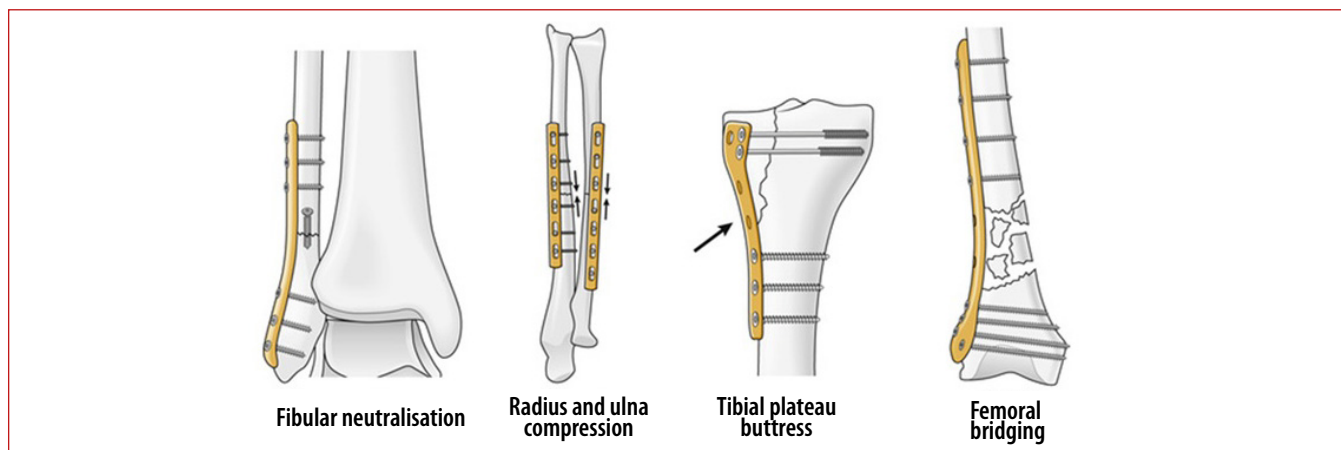


Figura 2. Tipos de placas.

- **Fracturas articulares o periarticulares:** donde es crucial lograr una reducción anatómica lo más precisa posible. Ejemplos: húmero proximal, tibia proximal y fémur distal.
- **Fracturas diafisarias o metafisarias conminutas.**
- **Fracturas diafisarias simples:** en las que se busca compresión interfragmentaria^[7].
- **Fracturas conminutas:** se emplean en forma de "placa puente" para estabilizar sin necesidad de reducción anatómica directa, preservando la vascularización.
- **Osteotomías correctivas y pseudoartrosis:** las placas permiten corregir la alineación y proporcionar estabilidad para la consolidación.

4. FUNCIONES DE LAS PLACAS

La función de una placa no depende exclusivamente de su diseño, sino también del modo en que se aplica. En general, las placas pueden cumplir cuatro funciones distintas: neutralización (protección), compresión, sostén o puenteo (Figura 2).

4.1. Neutralización (protección)

La placa de neutralización se utiliza para proteger un tornillo interfragmentario, especialmente en fracturas diafisarias simples con un trazo oblicuo. El tornillo interfragmentario produce una compresión firme entre los fragmentos, pero puede fallar si se somete a fuerzas angulares o torsionales. Al añadir una placa, se "neutralizan" estas fuerzas, aumentando la estabilidad global de la fijación. El tipo de placa depende de la localización anatómica y el tornillo puede colocarse a través de la placa o por fuera de ella. Ejemplo: para fijar el maléolo externo con una placa de tercio de caña, en el antebrazo con placa DCP de 3,5 mm o en fémur con placa DCP de 4,5 mm^[8].

4.2. Compresión

La placa de compresión se utiliza en fracturas diafisarias transversas u oblicuas cortas para generar compresión interfragmentaria. Esta compresión se logra mediante la inserción excéntrica de los tornillos en los orificios de la placa, provocando un deslizamiento que aproxima los fragmentos óseos entre sí. Existen distintos tipos de placas, como las DCP, LCP o las LC-DCP^[9] (Figura 3).

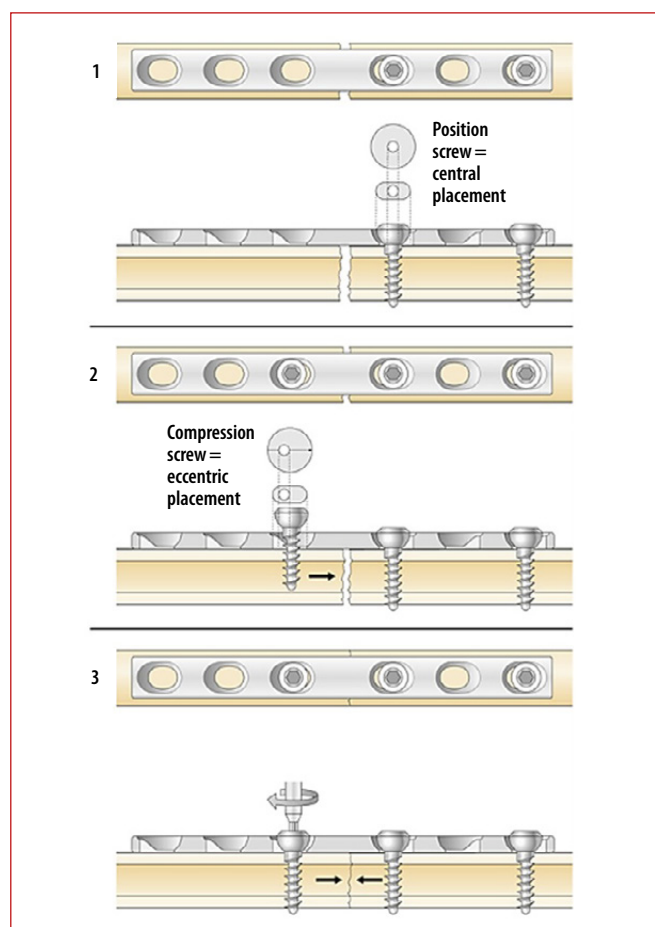


Figura 3. Técnica de compresión dinámica con placa.

4.3. Sostén

Algunas fracturas periarticulares pueden tener tendencia al desplazamiento mediante cizallamiento, y la técnica de fijación más apropiada es la fijación con placa de sostén o "antideslizante". Una placa de sostén mantiene la reducción del vértice de la fractura, que sustenta la estabilidad del fragmento y preserva la compresión en la superficie articular.

En estos casos, los tornillos no se sitúan excéntricamente, sino en posición central en el agujero ovalado. En algunos tipos de fracturas puede utilizarse también la placa de sostén para conseguir la reducción ⁽⁸⁾.

4.4. Placa puente

En fracturas conminutas diafisarias o metafisodiafisarias, puede no ser conveniente comprimir o manipular todos los fragmentos, para preservar la vascularización. En estos casos se utiliza una placa puente, que se fija únicamente a los fragmentos proximal y distal, pasando por encima de la zona conminuta sin fijarla directamente. Puede colocarse de forma mínimamente invasiva (MIPO o vía percutánea). Se suelen usar placas bloqueadas para mayor estabilidad ⁽⁸⁾.

5. COMPLICACIONES

Las complicaciones pueden relacionarse con la técnica quirúrgica, el tipo de fractura, el estado de las partes blandas y el implante utilizado. Una buena planificación preoperatoria y el cuidado de los tejidos blandos son clave para minimizarlas.

5.1. Intolerancia al material

Frecuente en huesos superficiales y con poca cobertura de partes blandas. Puede causar dehiscencia de la herida quirúrgica, necrosis cutánea, extrusión del material. El tratamiento es la retirada del material una vez consolidada la fractura, siempre que se pueda ⁽⁸⁾.

5.2. Rotura o aflojamiento del material

Compromete la estabilidad de la fijación y puede retrasar la consolidación. Puede estar producido por una fatiga del material, por una osteosíntesis inestable, por una infección, por una sobrecarga mecánica prematura o excesiva o por la incorrecta elección de placa o tornillos.

También está relacionado con factores del paciente, como la osteoporosis o mala calidad ósea. Esto puede llevar como consecuencia a la pérdida de estabilidad, el retraso en la consolidación o la pseudoartrosis o la necesidad de reintervención ⁽¹⁰⁾.

5.3. Retraso de la consolidación o pseudoartrosis

El tiempo real hasta la consolidación varía en función de factores como la edad del paciente, la localización y la gravedad de la fractura, por lo que no hay un plazo fijo para la consolidación de las fracturas. Si pasado este tiempo que, en términos generales, es de 3 meses, se considerará retraso de la consolidación.

Por otro lado, la pseudoartrosis se define como la ausencia de consolidación de una fractura después de 9 meses, sin signos radiográficos de avances de la consolidación en los últimos 3 meses.

Tenemos dos tipos de pseudoartrosis:

- las hipertróficas donde existe una estabilidad inadecuada de la fractura y,
- las atróficas donde el problema radica en la biología por disminución o ausencia de actividad de consolidación de la fractura ⁽⁸⁾.

5.4. Infección

Es una complicación poco frecuente, pero un problema importante que suele retrasar la consolidación de la fractura. Para intentar evitarla se utiliza de forma rutinaria la profilaxis antibiótica y respetando en todo momento las medidas de asepsia.

Es importante entender que las bacterias pueden causar el biofilm en los implantes por lo que a veces es difícil erradicar la infección utilizando únicamente antibióticos. Por lo que se suele optar por el tratamiento combinado de antibiótico más retirada del material ⁽⁸⁾.

5.5. Consolidación desalineada

Es la consolidación de una fractura con una alineación no anatómica. Esto puede estar causado por una reducción inicial inadecuada o por una pérdida de reducción subsiguiente.

Los posibles factores son: factores del paciente, localización de la consolidación desalineada y grado de consolidación desalineada.

El tratamiento suele consistir en la correcta alineación de la fractura, mediante osteotomías y una nueva fijación adecuada ⁽⁸⁾.

BIBLIOGRAFÍA

1. Perren SM. 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(8):1093-110.

2. Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG. AO Principles of Fracture Management. 2nd ed. Stuttgart: Thieme; 2007.
3. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. *Injury*. 2003;34 Suppl 2:B31-42.
4. Gautier E, Sommer C. Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury*. 2003;34 Suppl 2:B63-76.
5. Stoffel K, Dieter U, Stachowiak G, Gächter A, Kuster MS. Biomechanical testing of the LCP—how can stability in locked internal fixators be controlled? *Injury*. 2003;34 Suppl 2:B11-19.
6. Ricci WM, Tornetta P, Pape HC. Orthopaedic Knowledge Update: Trauma 6. AAOS; 2021.
7. Foster PA, Barton SB, Wright DW, *et al*. Dynamic compression plating versus locking compression plating for diaphyseal humeral fractures: a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J*. 2021;103-B(2):247-55.
8. White TO, MacKenzie SP, Gray AJ. McRae Traumatología: tratamiento de las fracturas en urgencias. 3º ed. Barcelona: Elsevier; 2021.
9. García C, *et al*. Elementos de osteosíntesis de uso habitual en fracturas del esqueleto apendicular: Evaluación radiológica. *Rev Chil Radiol*. 2005;11:58-70.
10. Orozco R. El ocaso de las placas. ¿Por qué se rompen los implantes? *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. Fundación Maurice E. Müller, Barcelona.