



# Conceptos actuales: Ventajas del clavo endomedular para fracturas del húmero proximal

## *Current Concepts: Advantages of Intramedullary Nail for Proximal Humerus Fractures*

Michael Marsalli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Traumatología y Ortopedia, Clínica Universidad de los Andes, Las Condes, Región Metropolitana, Santiago, Chile

Dirección para correspondencia Michael Marsalli, MD, Departamento Traumatología y Ortopedia, Clínica Universidad de los Andes, Avenida Plaza 2.501, Las Condes, Región Metropolitana, Santiago, Chile (e-mail: mmarsalli@clinicauandes.cl).

Rev Chil Ortop Traumatol 2022;63(3):e205–e214.

### Resumen

Las fracturas de húmero proximal (FHP) son una de las fracturas más frecuentes en la población anciana. La reducción abierta y fijación interna (RAFI) generalmente está indicada para pacientes con una FHP desplazada en jóvenes o pacientes mayores con alta demanda funcional y buena calidad ósea. No se ha llegado a un consenso sobre la técnica de fijación ideal. La RAFI con placas ha sido la más utilizada, pero se han reportado altas tasas de reintervenciones y complicaciones globales en la literatura. La necesidad de agregar técnicas de aumentación a la RAFI con placas bloqueadas en fracturas complejas puede resultar en un tiempo quirúrgico más largo, abordajes extensos y mayores costos. Debido a esto, se hace necesario considerar otras opciones para la osteosíntesis de FHP. Con una mayor comprensión de los mecanismos de falla de la osteosíntesis, la fijación intramedular se ha convertido en una opción de tratamiento aceptada para las FHP con ventajas biomecánicas y biológicas. La fijación intramedular para las FHP ha demostrado menor tiempo quirúrgico, sangrado intraoperatorio, tiempo hasta la unión ósea y menores tasas de infecciones, que las placas bloqueadas. La fijación intramedular es una opción válida para que las fracturas complejas se resuelvan con un implante que por sí solo puede satisfacer en gran medida todas las necesidades de aumento requeridas por una placa bloqueada.

### Palabras Clave

- ▶ fractura de húmero proximal
- ▶ fijación interna
- ▶ osteosíntesis endomedular
- ▶ clavo endomedular
- ▶ fracturas en ancianos

### Abstract

Proximal humeral fractures are one of the most frequent fractures in the elderly population. Open reduction and internal fixation (ORIF) is generally indicated for young patients and older patients with high functional demands and good bone quality. No consensus has been reached regarding the ideal fixation technique. Although ORIF with plates is the most widely used technique, high re-intervention rates and global complications with locked plate fixation have been reported in the literature.

recibido

16 de junio de 2021

aceptado

10 de enero de 2022

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0042-1744265>.

ISSN 0716-4548.

© 2022. Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

**Keywords**

- ▶ proximal humeral fractures
- ▶ internal fixation
- ▶ intramedullary fixation
- ▶ intramedullary nail
- ▶ elderly fractures

Addition of augmentation techniques to locked plate fixation in complex fractures may result in longer surgical times, extensive approaches, and higher costs. Therefore, considering other options for ORIF is necessary. With a greater understanding of the mechanisms of fixation failure, intramedullary fixation has become the accepted treatment option for proximal humeral fractures considering the specific biomechanical and biological advantages. Compared with ORIF with locked plates, intramedullary fixation for proximal humeral fractures has low surgical time, intraoperative bleeding, time to bone union, and rate of infections. Intramedullary fixation is a valid option to resolve complex fractures with an implant that may largely supply all the augmentation requirements of a locked plate.

**Introducción**

Las fracturas del húmero proximal (FHPs) son muy frecuentes, con una incidencia mayor en mujeres y un incremento a partir de los 50 años de edad.<sup>1,2</sup> Comprenden aproximadamente el 7% al 8% de todas las fracturas de adultos en el mundo occidental, y se ha informado que su incidencia aumenta con la edad.<sup>3</sup> El tratamiento es controvertido, y se encuentra entre los más debatidos de todos los tratamientos de fracturas.<sup>4</sup> La mayoría son fracturas osteoporóticas estables, mínimamente desplazadas, en pacientes ancianos, y son el resultado de una caída de baja energía.<sup>2</sup> La mayoría de los pacientes con estas lesiones pueden recuperar la función del hombro sin cirugía. El tratamiento quirúrgico está reservado para aquellos pacientes con fracturas desplazadas y que, además, requieren como resultado maximizar la función del hombro. La reducción abierta y fijación interna (RAFI) es generalmente indicada para pacientes jóvenes o mayores con alta demanda funcional y buena calidad ósea.<sup>5,6</sup>

La técnica de elección ha sido altamente dependiente de la interpretación del tipo de fractura por el cirujano, del grado de conminución y desplazamiento, de la calidad ósea, y de la comodidad del cirujano con una técnica particular. Aunque se han probado múltiples tipos de implantes a lo largo del tiempo, la RAFI con placa es la más usada por muchos. Cuando la tecnología de tornillos bloqueados fue introducida en las placas para el tratamiento quirúrgico del húmero proximal, había la percepción de que sería la solución esperada para este tipo de fracturas.<sup>7,8</sup> Sin embargo, lamentablemente, tasas de reintervención de hasta un 25% y complicaciones globales de hasta un 49% han sido reportadas en la literatura<sup>9,10</sup> luego de una RAFI con placa, particularmente debido a la pérdida de reducción con mala alineación en varo y posterior penetración de los tornillos.<sup>9-11</sup>

Con una mayor comprensión de los mecanismos de falla de la osteosíntesis y la capacidad de preservar la biología del foco de fractura, el clavo endomedular (CEM) se ha convertido en una opción para el tratamiento de las FHPs. El objetivo principal de esta revisión narrativa es analizar los beneficios de un CEM frente a una placa bloqueada para el tratamiento quirúrgico de las FHPs. El objetivo secundario es

realizar recomendaciones para disminuir el riesgo de complicaciones asociadas a la técnica quirúrgica de un CEM de húmero proximal.

**Métodos**

En este trabajo, no se realiza una revisión sistemática o metaanálisis. El autor seleccionó publicaciones que, en su opinión, son relevantes para comprender las ventajas de un clavo de húmero proximal, analizó la mejor evidencia disponible de autores selectos en esta subespecialidad y de su propia experiencia, y siguió parámetros definidos por evidencia científica de tipo V.

**Osteosíntesis con Placa Bloqueada: ¿Por qué Fallan las Placas?**

Las placas de húmero proximal han sido especialmente diseñadas para fijar la cabeza humeral. Sin embargo, en el húmero proximal además existen fuerzas deformantes en el plano horizontal transmitidas hacia las tuberosidades por el manguito rotador. Estos pares de fuerzas en el plano horizontal son fundamentales para poder mantener centrada la cabeza humeral. Por lo tanto, la posición de las tuberosidades será relevante para los resultados funcionales.

Los principios del Grupo de Trabajo para Cuestiones de Fusión Ósea (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, AO, en alemán) nos han enseñado que, para lograr una mejor fijación, el tornillo tiene que ir perpendicular al rasgo de la fractura. Esto generalmente no se logra de buena manera en las tuberosidades, ni tampoco en fracturas con compromiso de cuello quirúrgico, en las cuales los tornillos están por proximal y distal al rasgo de fractura. Por otra parte, la placa de húmero proximal actúa biomecánicamente como banda de tensión lateral, que depende del soporte cortical medial para ser suficientemente estable. Para lograr esto, una reducción anatómica con buen apoyo medial es uno de los requisitos más importantes para evitar complicaciones. La reconstrucción del soporte medial ha logrado disminuir el riesgo de desplazamiento y mejorar los resultados funcionales.<sup>12,13</sup> Gardner et al.<sup>14</sup> fueron los primeros en sugerir los parámetros para definir si existe soporte medial; se consideró que existe soporte medial si existe: una columna medial con reducción anatómica y sin

conminución; impactación de la diáfisis hacia la cabeza humeral fracturada; o un tornillo bloqueado directo en el cuadrante inferomedial de la cabeza humeral a 5 mm del hueso subcondral. Como la conminución medial es muy frecuente en fracturas complejas, los tornillos para el soporte medial son claves en la osteosíntesis con placas bloqueadas. Si no se logra un buen soporte medial y ha esto se le agrega una disminución de la densidad mineral ósea, se crea el escenario perfecto para que la cabeza humeral colapse sobre los tornillos. Se ha planteado<sup>15,16</sup> también aumentar el número de tornillos hacia la cabeza humeral y añadir una segunda placa para aumentar la rigidez de la osteosíntesis.

### Las Placas Bloqueadas Requieren Aumentaciones en Fracturas Complejas

Los problemas de la osteosíntesis con placas en las FHPs han hecho necesario que se mejore la técnica con métodos suplementarios que puedan cubrir en parte estos déficits. En fracturas con impactación severa en valgo de la cabeza humeral, se ha propuesto utilizar cemento de fosfato de calcio, injerto de hueso autólogo, o aloinjerto molido para rellenar defectos luego de su reducción. Robinson y Page<sup>17</sup> fueron los primeros en describir que, rellenando el defecto residual con cemento de fosfato de calcio, se logra disminuir la incidencia de pérdida de reducción sin necrosis avascular en una serie de 29 pacientes con fracturas impactadas en valgo.<sup>17</sup> Posteriormente, estos resultados fueron reproducidos por otros autores<sup>18-20</sup> con cemento o hueso esponjoso, lo que disminuyó las complicaciones con respecto a grupos sin relleno del defecto residual. Estas técnicas podrían estar indicadas para rellenar defectos óseos, especialmente los creados luego de la reducción de fracturas desplazadas en valgo y con soporte medial intacto.

Se ha propuesto el uso de aumentación con cemento a base de polimetilmetacrilato en la punta de los tornillos para mejorar su anclaje en la cabeza humeral. En estudios cadavéricos,<sup>21,22</sup> la adherencia de los tornillos mejoró en la medida que disminuyó la densidad mineral ósea y la movilidad de la interfase tornillo - hueso también disminuyó. Sin embargo, Siebenbürger et al.,<sup>23</sup> en un estudio de 94 pacientes mayores de 65 años con FHPs desplazadas operadas con placa bloqueada, no observaron diferencias en la tasa de complicaciones globales ni en la pérdida de reducción a los 2 años de seguimiento entre el grupo con aumentación de cemento en los tornillos y el grupo sin aumentación. Los beneficios experimentales biomecánicos están bien documentados; sin embargo, faltan estudios clínicos para avalar su uso.

La tercera opción para aumentar la osteosíntesis del húmero proximal es el injerto óseo estructural endomedular. Walch et al.<sup>24</sup> describieron el primer reporte clínico con esta técnica para el tratamiento de no uniones de fracturas en dos partes del húmero proximal. Obtuvieron un 96% de consolidación, sin necrosis avascular y con mejoras significativas en el puntaje de Constant-Murley. En el 2016, Saltzman et al.<sup>25</sup> realizaron una revisión sistemática con 4 estudios clínicos, en la cual se reportaron algunos beneficios

de esta técnica en el tratamiento agudo de FHPs. De un total de 136 pacientes incluidos, se reportó una incidencia de 3,7% de penetración de tornillos y de 4,4% de reintervenciones con un seguimiento promedio de 20 meses.<sup>25</sup> En estudios comparativos<sup>26,27</sup> más recientes en fracturas desplazadas en pacientes mayores, se ha observado una menor tasa de complicaciones y menor pérdida de reducción en el grupo con placa más injerto estructural que en el grupo con sólo placa. Sin embargo, esta técnica requiere una disección amplia del foco de fractura. Se ha observado que la consolidación exitosa del injerto endomedular puede rellenar todo el canal medular del húmero proximal con hueso de mayor densidad, haciendo que una futura prótesis reversa sea más dificultosa.<sup>28,29</sup>

### Biomecánica y Ventajas de los Clavos Endomedulares

Una alternativa en busca de disminuir las complicaciones asociadas a las placas bloqueadas en FHPs es la osteosíntesis con CEMs. Actualmente, contamos con una generación de CEMs de húmero proximal que presentan una serie de ventajas frente a diseños más antiguos y frente a las placas bloqueadas, como el hecho de que permiten una posición centromedular, entrando por la parte más alta de la cabeza humeral a través de la unión miotendínea del supraespinoso, evitando el daño en su inserción. Esta posición centromedular tiene la ventaja de dar un soporte subcondral estable y en un área considerable según el tamaño del clavo que se esté usando. Es capaz de rellenar en parte defectos por desimpactación y dar el soporte centromedular que se busca con injertos óseos estructurales endomedulares. Además, aumenta el número de puntos de apoyo de cada tornillo (cortical lateral, entrada al clavo, salida del clavo, y hueso subcondral), lo que distribuye las cargas en un mayor número de puntos. Por si sólo, es un implante que comparte las cargas con el hueso y las distribuye, lo que podría disminuir la necesidad crítica de lograr un soporte medial anatómico.

Sus diseños actuales permiten fijar con tornillos perpendiculares las tuberosidades y luego avanzar hacia una fijación subcondral de la cabeza humeral. Algunos incorporan tornillos bloqueados y tornillos dirigidos al calcar. Se puede realizar la impactación del foco de fractura y permiten realizar cirugía mínimamente invasiva. Aunque el CEM de húmero proximal no es sinónimo de cirugía mínimamente invasiva y en algunos casos se requerirá aumentar el tamaño del abordaje para la reducción de fracturas complejas, en ningún caso será más allá del foco de fractura y generalmente es menor que el necesario para una RAFI con placa mediante un abordaje deltopectoral.

Con respecto a los estudios biomecánicos, Füchtmeier et al.<sup>30</sup> demostraron mayor rigidez angular y torsional para un CEM que una placa PHILOS (DePuy Synthes, West Chester, PA, EEUU) en un modelo cadavérico de fractura de húmero proximal en dos partes. Kitson et al.<sup>31</sup> obtuvieron mayor rigidez torsional y mayor carga a la falla en valgo en CEM que en placas bloqueadas en un modelo cadavérico de FHP en tres partes. Finalmente, Clavert et al.<sup>32</sup> obtuvieron una mayor

carga a la falla en un modelo de hueso normal y osteoporótico y mayor rigidez en un modelo de hueso osteoporótico que con una placa bloqueada. Estos resultados hay que analizarlos con criterio. No queda claro cuánta carga debiera ser suficiente para un implante en el plano torsional o angular, ni tampoco si mayor rigidez traduce mejores resultados. La mayoría de los estudios biomecánicos<sup>30-32</sup> están realizados en modelos cadavéricos con fracturas en dos partes, y no consideran patrones de fractura de mayor complejidad ni randomizan por densidad mineral ósea.

Mediante un abordaje deltopectoral, las placas bloqueadas pueden exponer las ramas terminales y ascendentes de los vasos circunflejos en riesgo directo durante el abordaje quirúrgico y el posicionamiento de la placa en la cortical lateral del húmero proximal. Por el contrario, con el CEM se puede realizar con una disección limitada, preservando así la vascularización de la cabeza humeral, las tuberosidades, y el foco de la fractura.<sup>29,33</sup>

### Factores Pronósticos de la Osteosíntesis del Húmero Proximal

Bien son conocidos los factores de mal pronóstico para la osteosíntesis del húmero proximal. Hertel et al.<sup>34</sup> propusieron que fracturas con extensión metafisiaria menor a 8mm, desplazamiento mayor a 2mm de la bisagra medial, y fracturas de cuello anatómico tienen un alto riesgo de isquemia de la cabeza humeral. Agudelo et al.<sup>35</sup> propusieron que la mala reducción en varo con ángulo cervico-diafisiario (ACD) menor a 120° era el principal factor de riesgo para la pérdida de reducción con el uso de placas bloqueadas. Osterhoff et al.<sup>36</sup> encontraron que las fracturas con conminución del calcar presentaban mayor riesgo de tener malos resultados funcionales con placa bloqueada. Jung et al.<sup>13</sup> demostraron, mediante una regresión multivariable, que la osteoporosis ( $p=0,015$ ), fracturas desplazadas en varo (ACD menor a 110°;  $p=0,025$ ), la conminución medial ( $p=0,018$ ), y el soporte medial insuficiente ( $p=0,001$ ) son factores de riesgo independientes para la pérdida de reducción en la RAFI con placas bloqueadas. Spross et al.<sup>6</sup> describieron que el índice de la tuberosidad deltoidea (ITD;  $>1,4$ ) y la extensión metafisiaria menor a 8mm fueron los predictores preoperatorios más significativos para lograr una reducción aceptable con placa bloqueada. El ITD menor a 1,4 ( $p=0,036$ ), la edad menor a 65 años ( $p=0,02$ ), y una buena reducción ( $p=0,001$ ) fueron factores independientes para disminuir el riesgo de penetración de los tornillos.<sup>6</sup>

La literatura que analiza específicamente los factores pronósticos de la osteosíntesis con CEM en FHPs es escasa, y no queda claro si son los mismos que para una placa bloqueada. López et al.<sup>37</sup> realizaron un estudio con 24 pacientes con fracturas en 2 partes, con edades entre 60 y 94 años, y con 82% de la muestra con un ITD menor a 1,4 tratados con un CEM recto. Los factores de mal pronóstico fueron la fijación con varo residual, un punto de entrada incorrecto o que dañe el manguito rotador, y una inadecuada alineación axial.<sup>37</sup>

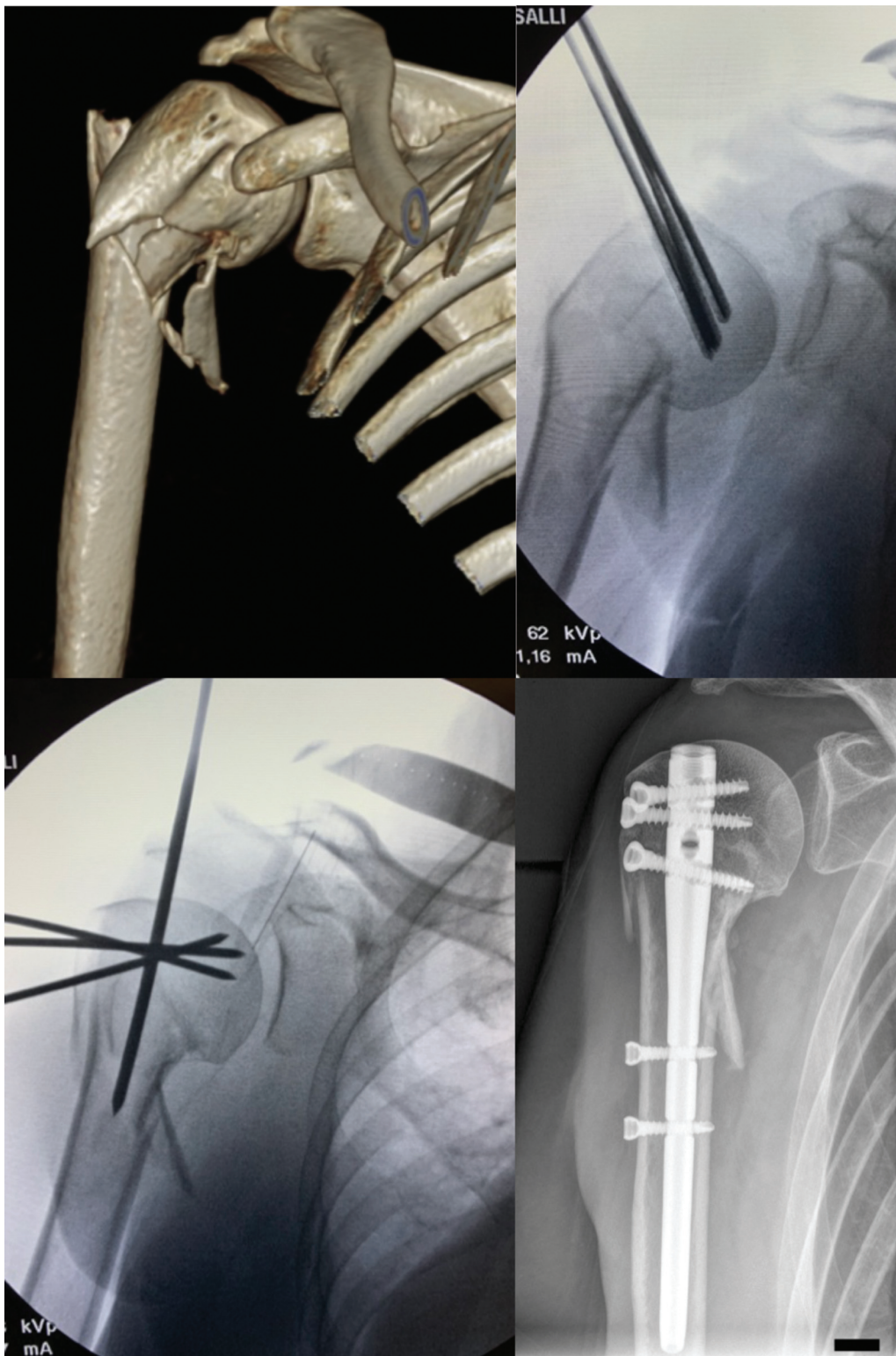
Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de investigaciones publicadas, el análisis específico comparativo en función de los parámetros radiológicos preoperatorios de las placas bloqueadas y del CEM es escasa. Gadea et al.<sup>38</sup> publicaron un estudio de carácter retrospectivo, no aleatorizado, observacional y multicéntrico con 107 pacientes tratados con placa bloqueada o CEM para FHPs en 4 partes. En toda la población del estudio, los siguientes parámetros radiológicos afectaron significativamente los resultados funcionales: reducción de la cabeza humeral ( $p=0,02$ ), compromiso preoperatorio de la bisagra medial ( $p=0,004$ ), reducción postoperatoria de la bisagra medial ( $p=0,003$ ), reducción de las tuberosidades ( $p=0,001$ ), aparición de necrosis avascular ( $p=0,005$ ), y aparición de complicaciones ( $p<0,001$ ). No hubo diferencias en el impacto funcional de estos factores en ambos grupos, salvo por la integridad de la bisagra medial preoperatoria, que favoreció el uso de una placa. Los autores<sup>38</sup> lo atribuyeron a la técnica de reducción, la cual podría depender del cirujano. En toda la población, se identificaron dos factores radiológicos como factores de riesgo para la necrosis avascular: conminución preoperatoria del calcar ( $p=0,05$ ) y reducción deficiente de la tuberosidad ( $p=0,006$ ). Hubo también una tendencia a peores resultados en los clavos curvos que en los rectos, lo que pudo influenciar los resultados globales de los CEMs analizados.<sup>38</sup>

Los límites para la indicación de una placa bloqueada aislada en la osteosíntesis del húmero proximal han sido reproducidos en diversos estudios disponibles en la literatura<sup>6,13,34,36</sup> debido a que el implante ha sido utilizado desde hace muchos años, y no ha sufrido grandes cambios en su diseño durante el tiempo. Sin embargo, está pendiente generar mejor evidencia con respecto a los factores pronósticos para el uso de CEMs con implantes rectos, con tornillos proximales multidireccionales, bloqueados, y opción de tornillo al calcar, y, de esta manera, determinar los límites en edad, densidad mineral ósea y complejidad de la fractura para estos implantes más modernos.

### Resultados Clínicos

Los estudios clínicos comparativos entre placa bloqueada y CEM para para FHPs son heterogéneos y susceptibles a sesgos. La mayoría de los estudios incluyen una menor proporción de fracturas más complejas (de tres y cuatro partes) y de pacientes mayores, por lo que la evaluación objetiva de este grupo de pacientes en particular es más difícil.

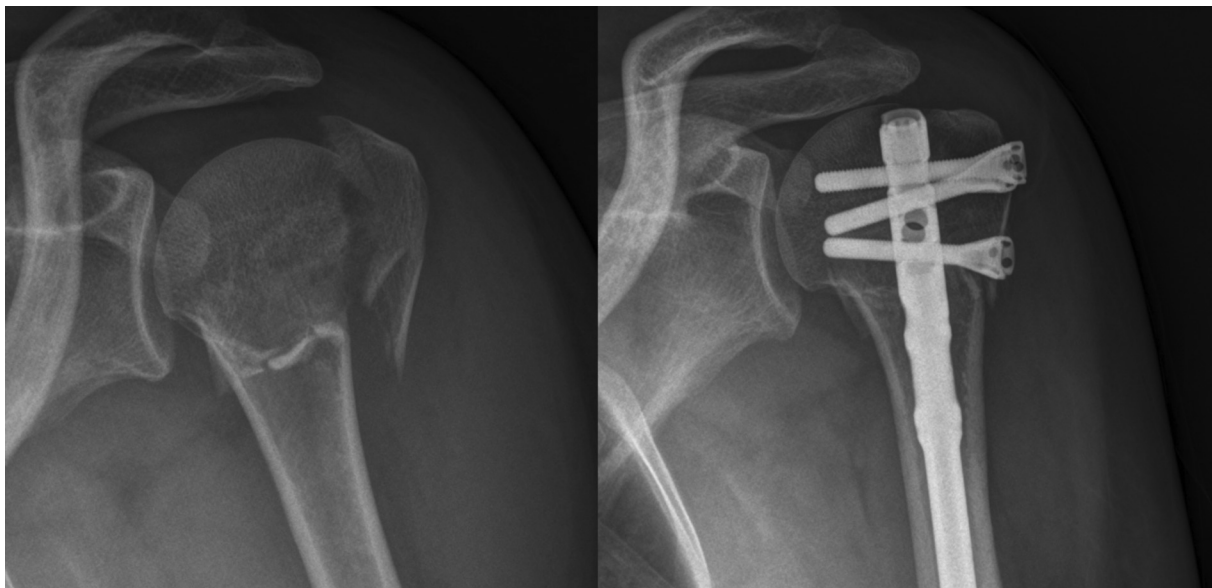
Sun et al.<sup>39</sup> realizaron una revisión sistemática en la que se incluyeron 13 estudios con 958 pacientes. Las placas bloqueadas presentaron un mayor riesgo significativo de penetración de tornillos (riesgo relativo [RR]=1,75; intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 1,11-2,77;  $p=0,02$ ). La penetración del tornillo se atribuyó en gran medida a la inestabilidad medial, que estaba estrechamente relacionada con el colapso en varo.<sup>39</sup> Li et al.,<sup>40</sup> en un



**Fig. 1** Fractura de húmero proximal en dos partes, con conminución del calcar con reducción y osteosíntesis con clavo endomedular sin abordaje del foco de fractura.

metanálisis de 20 estudios con 1.384 pacientes incluidos con FHPs de tipos II, III y IV de Neer, los CEMs presentaron una menor longitud de la incisión (razón de momios [RM] = -3,51; 95%CI: -5,30--1,72), menor sangrado perioperatorio (RM = -2,85; 95%CI: -3,73-1,97), menor tiempo operatorio

(RM = -1,59; 95%CI: -1,94--1,24), y menor tiempo de consolidación (RM = -1,44; 95%CI: -2,46--0,42). Finalmente, Shi et al.<sup>41</sup> publicaron una revisión sistemática que incluyó 38 estudios y 2.699 pacientes con FHPs de tipos II, III y IV de Neer. Sus resultados reproducen algunos



**Fig. 2** Fractura de húmero proximal en tres partes, con impactación en valgo con reducción y osteosíntesis con clavo endomedular.

publicados anteriormente.<sup>39,40</sup> Los CEMs presentaron menor sangrado intraoperatorio (RM = -0,67; 95%CI: -3,36--1,98), menor tiempo operatorio (RM = -0,59; 95%CI: -1,97--1,20), menor tiempo de consolidación (RM = -0,68; 95%CI: -1,07--0,28), y menores complicaciones postoperatorias (RM = 0,75; 95%CI: 0,57-0,97) a expensas de un menor riesgo de infecciones. No se encontraron diferencias en relación con el puntaje de Constant-Murley, el ACD, la necrosis avascular, las reintervenciones, el retardo de consolidación, y el fallo de osteosíntesis.<sup>41</sup> Hacia el futuro, se requiere incluir en el análisis de manera homogénea los CEMs de última generación y compararlos con la placa bloqueada más aumentación, especialmente con injerto estructural endomedular.

### Consideraciones Técnicas para el CEM de Húmero Proximal

El CEM para FHPs es una técnica que requiere una curva de entrenamiento. Es relevante considerar que no significa tener que realizar una técnica percutánea, y que varias de las maniobras de reducción son similares a las que debieran hacerse con una placa bloqueada. Para comenzar a realizar esta técnica, es recomendable comenzar por fracturas del cuello quirúrgico en dos partes de Neer en pacientes jóvenes, que requieren menos maniobras de reducción y los fragmentos de hueso son más fáciles de manejar. Para comenzar, puede ser necesario realizar un abordaje suficiente para visualizar el supraespinoso, realizar un *split* de ese músculo bajo visión directa y posicionar la fresa inicial bajo visión directa y con control radioscópico. En la medida que exista mayor experiencia, se puede tratar este tipo de fracturas de manera percutánea.

El CEM de húmero proximal es apto también para fracturas en dos partes con conminución del soporte medial en pacientes mayores (► **Figura 1**), fracturas en tres partes (► **Figura 2**), y también fracturas en cuatro partes (► **Figura 3**).

Algunas recomendaciones generales desde el punto de vista de la técnica son las siguientes:

- Realizar un abordaje desde el borde anterior a la articulación acromioclavicular, que permite buen acceso al punto más alto de la cabeza humeral.
- La posición del paciente puede ir desde supino hasta unos 30° de inclinación.
- Poner un soporte de antebrazo a la mesa, pero que permita extender el hombro. De esta manera, se podrá exponer y llegar al punto central más alto de la cabeza humeral para la entrada del CEM.
- Extender el abordaje según la necesidad si no se tiene experiencia con maniobras de reducción percutáneas o se requieren maniobras de reducción más complejas. No es necesario sobrepasar hacia distal el rasgo de fractura para realizar una buena reducción bajo visión directa.<sup>42</sup>
- Una buena radioscopia es fundamental para controlar la reducción y osteosíntesis. Se recomienda poner el equipo de radioscopia por el lado opuesto al de la fractura.<sup>29</sup> Para el control radioscópico sagital, se puede realizar una proyección axilar corrigiendo el eje de la radioscopia y realizando una leve abducción del hombro (► **Figura 4**).
- En casos en que no se logre una buena radioscopia para controlar el plano sagital, se puede utilizar la corredera bicipital como referencia anatómica. Bajo visión directa por anterior, se puede controlar el eje rotacional y la inclinación posterior de la cabeza humeral.
- Es altamente recomendable reducir la cabeza humera, utilizando agujas, elevadores o suturas para las tuberosidades antes de introducir el CEM. Esto facilitará que se encuentre el punto de entrada adecuado en línea con el canal medular.<sup>43</sup>
- Es fundamental tener una radioscopia anteroposterior (AP) de hombro ideal para lograr la altura correcta del CEM. La idea es lograr su apoyo subcondral en la parte alta

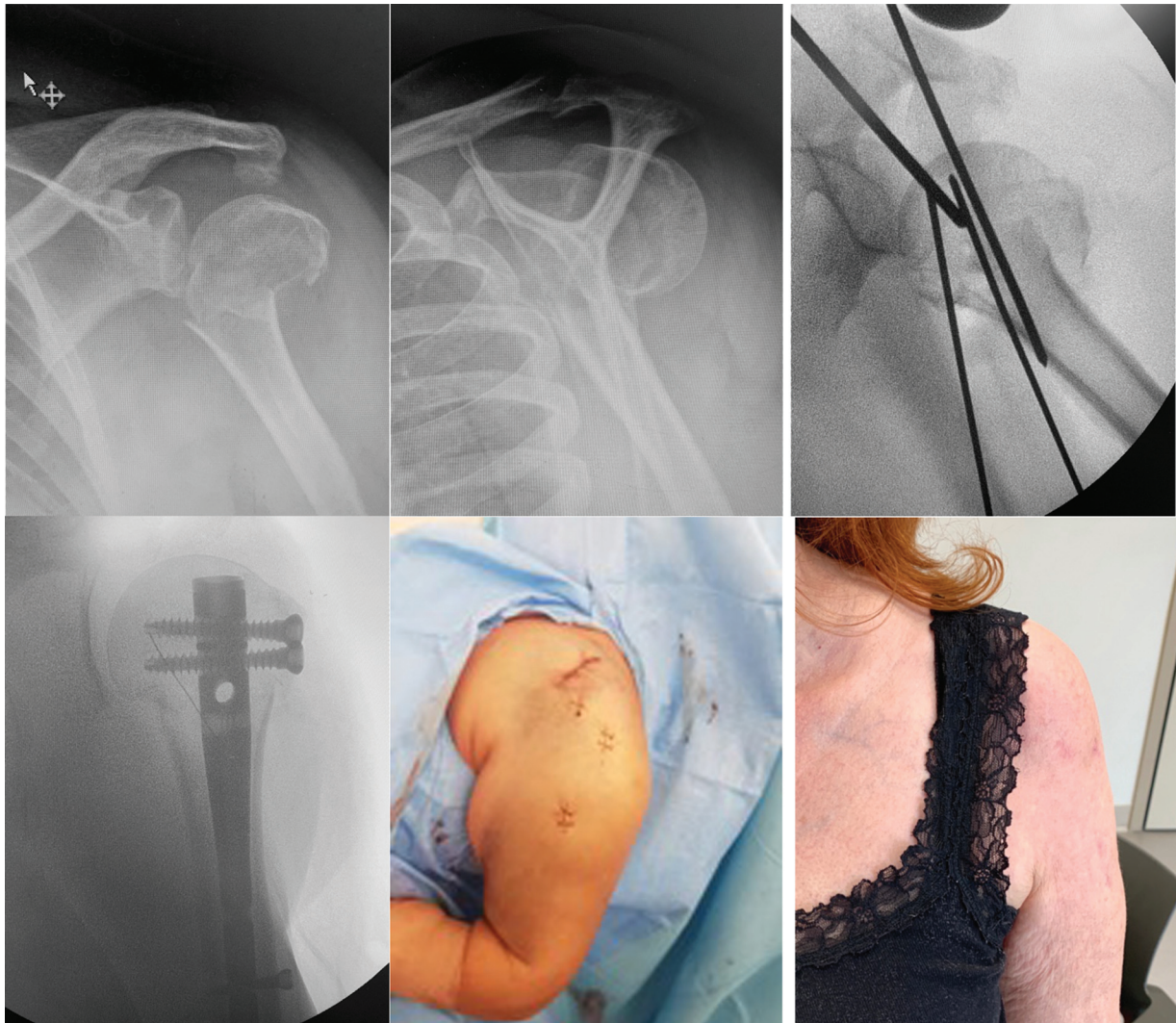


**Fig. 3** Fractura de húmero proximal en cuatro partes, con reducción y osteosíntesis con clavo endomedular.

de la cabeza humeral para tener el mejor soporte mecánico, pero sin que protruya hacia afuera. El principal error es la inclinación hacia superior o inferior del equipo de radioscopia, lo que puede hacernos mal interpretar la altura del CEM. Para saber si tenemos una radioscopia perpendicular al CEM que permita evaluar su altura de manera correcta, podemos buscar como

referencia ver el orificio anterior del clavo de manera circunferencial perfecta bajo radioscopia. Esto asegura que la radioscopia no está inclinada.

- Considerar orientar la rotación del CEM desde el momento en que se introduce para que los tornillos proximales se orienten hacia los rasgos de fractura de las tuberosidades. Hay que tener cuidado con evitar la corredera bicipital. Si



**Fig. 4** Reducción y osteosíntesis de fractura de húmero proximal con clavo endomedular. Reducción con agujas de desplazamiento sagital hacia posterior, con control radioscópico desde una visión axilar y abordaje mínimamente invasivo. La cicatriz anterior a la articulación acromioclavicular se esconde bajo la ropa.

hay dudas si existe conflicto entre un tornillo y la corredera, se puede revisar el tendón bicipital bajo visión directa.

- Al fijar los tornillos proximales, asegurarse de tener bien apoyada la guía contra la cortical ósea y orientar la radioscopia perpendicular a la guía del tornillo que se esté usando. De esta manera, tendremos una medición precisa del largo del tornillo.
- Debido al tamaño de la cabeza humeral de algunos pacientes de talla más baja, puede que el tornillo más inferior de la cabeza humeral quede por distal al rasgo de fractura. Si se cree indispensable agregar un tornillo más para darle mayor soporte a la cabeza humeral, se puede utilizar el tornillo anterior del CEM, que en general es más alto.
- Hay que estar atento al ancho del canal medular. En algunos pacientes de talla más baja, podemos encontrar el istmo del canal medular humeral a menos de los 160mm desde el borde superior de la cabeza humeral. La mayoría de los CEMs cortos disponibles son de 160 mm

de longitud, por lo que puede encontrarse un conflicto de espacio y provocar una fractura diafisaria. Esto se puede planificar de manera preoperatoria con radiografías. Ante la duda, es mejor utilizar sistemas que incluyan fresado del canal medular desde los 6 mm hacia arriba.

### Resumen Final

Según la mejor evidencia disponible,<sup>39-41</sup> el CEM presenta un menor sangrado intraoperatorio, tiempo de cirugía, tiempo de consolidación, y tasa de infección postoperatoria que la osteosíntesis con placa bloqueada para el tratamiento de FHPs. El autor cree que el tratamiento con CEM es la mejor opción cuando se decide realizar una osteosíntesis en una FHP, debido a sus ventajas biomecánicas, que permiten resolver fracturas complejas con un método de osteosíntesis que por sí sólo supe en gran medida todas las necesidades de aumentaciones que requiere una placa bloqueada. Esto disminuye el tiempo de cirugía, el tamaño del abordaje, y la desvitalización del foco de la fractura. Los CEMs de última generación podrían expandir la indicación de



osteosíntesis de húmero proximal sin necesidad de amentación a facturas más complejas en pacientes mayores. Sin embargo, debido a que la calidad de la literatura es diversa, existe alto riesgo de sesgo. Los estudios a futuro deben incluir el análisis de factores pronósticos para el uso de CEM con implantes rectos, tornillos proximales multidireccionales, bloqueados, y opción de tornillo al calcar. Se requieren ensayos clínicos con diseños controlados doble ciegos, aleatorizados, con muestras grandes, multicéntricos, y de mayor calidad, para obtener evidencia más rigurosa y objetiva.

Independientemente del método de fijación seleccionado, los resultados funcionales parecen depender de la calidad de la reducción, siendo el tipo de fijación menos importante que dominar la técnica quirúrgica en sí. Se pueden utilizar cualquiera de las dos técnicas siempre que se apliquen las reglas generales de fijación interna para una FHP: reducción de las tuberosidades, corrección del varo, y la estabilización del soporte medial.

#### Conflicto de Intereses

El autor no tiene conflicto de intereses que declarar.

#### Referencias

- Passaretti D, Candela V, Sessa P, Gumina S. Epidemiology of proximal humeral fractures: a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26(12):2117-2124
- Bergdahl C, Ekholm C, Wennergren D, Nilsson F, Möller M. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures: data from the Swedish Fracture Register. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17(01):159
- Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury* 2006;37(08):691-697
- Murray IR, Amin AK, White TO, Robinson CM. Proximal humeral fractures: current concepts in classification, treatment and outcomes. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(01):1-11
- Krappinger D, Bizzotto N, Riedmann S, Kammerlander C, Hengg C, Kralinger FS. Predicting failure after surgical fixation of proximal humerus fractures. *Injury* 2011;42(11):1283-1288
- Spross C, Zeledon R, Zdravkovic V, Jost B. How bone quality may influence intraoperative and early postoperative problems after angular stable open reduction-internal fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26(09):1566-1572
- Nho SJ, Brophy RH, Barker JU, Cornell CN, MacGillivray JD. Innovations in the management of displaced proximal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2007;15(01):12-26
- Fankhauser F, Boldin C, Schippinger G, Haunschmid C, Szyzkowitz R. A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 2005;(430):176-181
- Sprout RC, Iyengar JJ, Devic Z, Feeley BT. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury* 2011;42(04):408-413
- Jost B, Spross C, Grehn H, Gerber C. Locking plate fixation of fractures of the proximal humerus: analysis of complications, revision strategies and outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22(04):542-549
- Laux CJ, Grubhofer F, Werner CML, Simmen H-P, Osterhoff G. Current concepts in locking plate fixation of proximal humerus fractures. *J Orthop Surg Res* 2017;12(01):137
- Zhang L, Zheng J, Wang W, et al. The clinical benefit of medial support screws in locking plating of proximal humerus fractures: a prospective randomized study. *Int Orthop* 2011;35(11):1655-1661
- Jung W-B, Moon E-S, Kim S-K, Kovacevic D, Kim M-S. Does medial support decrease major complications of unstable proximal humerus fractures treated with locking plate? *BMC Musculoskelet Disord* 2013;14(01):102
- Gardner MJ, Weil Y, Barker JU, Kelly BT, Helfet DL, Lorich DG. The importance of medial support in locked plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma* 2007;21(03):185-191
- Kim H, Shin MJ, Kholinne E, et al. How Many Proximal Screws Are Needed for a Stable Proximal Humerus Fracture Fixation? *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 2021;12:2151459321992744
- Choi S, Kang H, Bang H. Technical tips: dualplate fixation technique for comminuted proximal humerus fractures. *Injury* 2014;45(08):1280-1282
- Robinson CM, Page RS. Severely impacted valgus proximal humeral fractures. Results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(09):1647-1655
- Kim SH, Lee YH, Chung SW, et al. Outcomes for four-part proximal humerus fractures treated with a locking compression plate and an autologous iliac bone impaction graft. *Injury* 2012;43(10):1724-1731
- Egol KA, Sugi MT, Ong CC, Montero N, Davidovitch R, Zuckerman JD. Fracture site augmentation with calcium phosphate cement reduces screw penetration after open reduction-internal fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(06):741-748
- Euler SA, Hengg C, Wambacher M, Spiegl UJ, Kralinger F. Allogenic bone grafting for augmentation in two-part proximal humeral fracture fixation in a high-risk patient population. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135(01):79-87
- Schliemann B, Seifert R, Rosslensbroich SB, et al. Screw augmentation reduces motion at the bone-implant interface: a biomechanical study of locking plate fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24(12):1968-1973
- Unger S, Erhart S, Kralinger F, Blauth M, Schmoelz W. The effect of in situ augmentation on implant anchorage in proximal humeral head fractures. *Injury* 2012;43(10):1759-1763
- Siebenbürger G, Helfen T, Biermann N, Haasters F, Böcker W, Oeckert B. Screw-tip augmentation versus standard locked plating of displaced proximal humeral fractures: a retrospective comparative cohort study. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(07):1326-1333
- Walch G, Badet R, Nové-Josserand L, Levigne C. Nonunions of the surgical neck of the humerus: surgical treatment with an intramedullary bone peg, internal fixation, and cancellous bone grafting. *J Shoulder Elbow Surg* 1996;5(03):161-168
- Saltzman BM, Erickson BJ, Harris JD, Gupta AK, Mighell M, Romeo AA. Fibular Strut Graft Augmentation for Open Reduction and Internal Fixation of Proximal Humerus Fractures: A Systematic Review and the Authors' Preferred Surgical Technique. *Orthop J Sports Med* 2016;4(07):2325967116656829
- Wang H, Rui B, Lu S, Luo C, Chen Y, Chai Y. Locking Plate Use with or without Strut Support for Varus Displaced Proximal Humeral Fractures in Elderly Patients. *JBJS Open Access* 2019;4(03):e0060
- Lee SH, Han SS, Yoo BM, Kim JW. Outcomes of locking plate fixation with fibular allograft augmentation for proximal humeral fractures in osteoporotic patients: comparison with locking plate fixation alone. *Bone Joint J* 2019;101-B(03):260-265
- Parada SA, Makani A, Stadecker MJ, Warner JJP. Technique of Open Reduction and Internal Fixation of Comminuted Proximal Humerus Fractures With Allograft Femoral Head Metaphyseal Reconstruction. *Am J Orthop* 2015;44(10):471-475
- Sears BW, Hatzidakis AM, Johnston PS. Intramedullary Fixation for Proximal Humeral Fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2020;28(09):e374-e383

- 30 Führtmeier B, May R, Hente R, et al. Proximal humerus fractures: a comparative biomechanical analysis of intra and extramedullary implants. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007;127(06):441–447
- 31 Kitson J, Booth G, Day R. A biomechanical comparison of locking plate and locking nail implants used for fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16(03):362–366
- 32 Clavert P, Hatzidakis A, Boileau P. Anatomical and biomechanical evaluation of an intramedullary nail for fractures of proximal humerus fractures based on tuberosity fixation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2016;32:108–112
- 33 Smith CD, Booker SJ, Uppal HS, Kitson J, Bunker TD. Anatomy of the terminal branch of the posterior circumflex humeral artery: relevance to the deltopectoral approach to the shoulder. *Bone Joint J* 2016;98-B(10):1395–1398
- 34 Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13(04):427–433
- 35 Agudelo J, Schürmann M, Stahel P, et al. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma* 2007;21(10):676–681
- 36 Osterhoff G, Hoch A, Wanner GA, Simmen H-P, Werner CML. Calcar comminution as prognostic factor of clinical outcome after locking plate fixation of proximal humeral fractures. *Injury* 2012;43(10):1651–1656
- 37 López C, Pérez A, Knierzinger D, Kralinger F. Predictores de fallo temprano en la osteosíntesis con clavo Multilock recto en las fracturas de húmero proximal de dos fragmentos en el adulto mayor. *Ortho-Tips*. 2019;15(02):80–87
- 38 Gadea F, Favard L, Boileau P, et al; SOFCOT. Fixation of 4-part fractures of the proximal humerus: Can we identify radiological criteria that support locking plates or IM nailing? Comparative, retrospective study of 107 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016;102(08):963–970
- 39 Sun Q, Ge W, Li G, et al. Locking plates versus intramedullary nails in the management of displaced proximal humeral fractures: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop* 2018;42(03):641–650
- 40 Li M, Wang Y, Zhang Y, Yang M, Zhang P, Jiang B. Intramedullary nail versus locking plate for treatment of proximal humeral fractures: A meta-analysis based on 1384 individuals. *J Int Med Res* 2018;46(11):4363–4376
- 41 Shi X, Liu H, Xing R, et al. Effect of intramedullary nail and locking plate in the treatment of proximal humerus fracture: an update systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res* 2019;14(01):285
- 42 Hao TD, Huat AWT. Surgical technique and early outcomes of intramedullary nailing of displaced proximal humeral fractures in an Asian population using a contemporary straight nail design. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2017;25(02):2309499017713934
- 43 Jaeger M, Frankie WL, Leung. Nailing (straight nail) [Internet]. *AO Surgery Reference*; 2011. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/proximal-humerus/extraarticular-2-part-surgical-neck-impaction/nailing-straight-nail>