

# **Fracturas del extremo proximal del húmero: De la osteosíntesis a la prótesis**

Proximal humerus fractures: From osteosynthesis to prosthesis

Trabajo de fin de grado

**AUTOR: JUAN VALLEJO GRIJALBA**

**DIRECTOR: MARIANO SÁNCHEZ JIMENO**

Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza. 2019

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE.....</b>	<b>2</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
Anatomía:.....	5
<i>Huesos y articulaciones:</i> .....	5
<i>Músculos</i> .....	7
<i>Vascularización e inervación.</i> .....	10
Epidemiología:.....	13
Clasificación .....	15
<i>Clasificación de Neer</i> .....	15
<i>Clasificación de la AO foundation.</i> .....	18
<i>Clasificación HGLS</i> .....	22
Clínica y Diagnóstico: .....	24
<b>OPCIONES DE TRATAMIENTO DE LA FRACTURA DE HÚMERO PROXIMAL.....</b>	<b>27</b>
Tratamiento ortopédico.....	27
Reducción indirecta y fijación percutánea: Agujas de Kirschner.....	30
Reducción abierta y fijación interna: Placa y tornillos.....	32
Osteosíntesis mediante enclavado medular.....	34
Artroplastia de hombro.....	37
<i>Hemiarthroplastia</i> .....	37
<i>Artroplastia inversa</i> .....	41
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA .....</b>	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>49</b>

## RESUMEN

**Introducción:** Las fracturas de húmero proximal suponen una dolencia común y en aumento, con una importancia e incidencia mayor en pacientes añosos, especialmente en aquellos que padecen osteoporosis. Por afectar a una articulación tan móvil como es el hombro, generan una impotencia que tara la vida diaria, con una clínica característica y un diagnóstico que podemos enmarcar en tres clasificaciones: Neer, AO foundation y HGLS.

**Objetivo:** Delimitaremos, de entre las opciones habituales de tratamiento, cuáles han de usarse en qué contextos. Para ello, las definiremos, explicaremos sus principales indicaciones y evaluaremos a qué tipo de pacientes pueden adecuarse mejor, además de las complicaciones que pueden crear. Las modalidades terapéuticas analizadas serán el tratamiento ortopédico, la reducción indirecta con fijación percutánea, la fijación con clavo intramedular, la reducción abierta con fijación interna con placa y tornillos, la hemiartroplastia y artroplastia inversa.

**Material y métodos:** Se han revisado las bases de datos *PubMed* y *Cochrane* prestando atención a publicaciones posteriores al año 2000 referentes a fracturas proximales de húmero, con especial atención a meta análisis y ensayos clínicos. Se han seleccionado aquellas que evalúen mejor las opciones de tratamiento estudiadas, así como sus resultados y complicaciones, prestando atención al tipo de paciente en el que se han realizado.

**Resultados:** Han sido resumidos en el algoritmo final. Concluimos que el tratamiento ortopédico sirve como primera opción ante fracturas no desplazadas, independientemente del número de fragmentos; también lo emplearemos en pacientes con mal estado general, no operables. La fijación percutánea la reservamos para jóvenes y fracturas de dos o tres fragmentos no desplazadas. El enclavado medular lo emplearemos en fracturas de dos fragmentos, con mínimo desplazamiento. La fijación con placa y tornillos sirve para fracturas de dos a cuatro fragmentos que requieran reducción abierta. La hemiartroplastia será de elección en fracturas de cuatro fragmentos comminutas y con daño en la cabeza articular, y como rescate ante fallos de otros tratamientos. La artroplastia inversa es de elección en mayores de 75 años, con las mismas indicaciones que la hemiartroplastia, además de como rescate de la misma y en daño elevado al manguito rotador.

**Palabras clave:** Fractura de húmero proximal, tratamiento, tratamiento conservador, fijación percutánea, clavo intramedular, reducción abierta con fijación interna, prótesis, hemiartroplastia, artroplastia inversa.

## ABSTRACT

**Introduction:** Proximal humerus fractures are an increasingly common injury, with even greater importance and incidence among the elderly, specially in those suffering from osteoporosis. Since it involves such a mobile joint as the shoulder, this fracture has a huge impact in people's everyday lives, with characteristic symptoms and a diagnosis that uses one of the following classifications: Neer, AO Foundation or HGLS.

**Objectives:** We will attempt to clarify which treatment to give to which patient. To do so, we'll explain in detail the usual options of treatment for the proximal humerus fractures, their indications, complications, and the kind of patient they usually are applied to. We will examine the conservative treatment (orthopedic), indirect reduction with percutaneous fixation, intramedullary nailing, open reduction and internal fixation with locking plates, hemiarthroplasty and reverse shoulder arthroplasty.

**Methods:** PubMed and Cochrane have been revised, searching for articles regarding the matter at hand, selecting those published after the year 2000 and focusing on clinical trials and meta analysis. Those that explore and investigate the best our chosen manners of treatment have been chosen, moreover if they also give information about success rates and common complications.

**Results:** They have been summarised in the final algorithm. We conclude that the orthopedic treatment is the first option when we are faced with minimal displacement fractures or when the patient is unstable and cannot undergo surgery. Percutaneous fixation is reserved for the young with undisplaced, two and three fragment fractures. Intramedullary nailing is used only in undisplaced, two fragment fractures. Locking plate fixation is used in open reduction for two, three and four fragment fractures. Hemiarthroplasty is used in comminuted fractures, four fragment fractures that involve the articular surface of the humerus, and as a rescue for other treatments that fail. Reverse shoulder arthroplasty develops the uses of hemiarthroplasty. Is also used for patients older than 75, as a rescue for failed hemiarthroplasties, and in cases with a severely damaged rotator cuff.

**Key words:** Proximal humerus fracture, treatment, conservative treatment, percutaneous fixation, intramedullary nailing, open reduction and internal fixation, prosthesis, hemiarthroplasty, reverse shoulder arthroplasty.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

Presento pormenorizadamente los aspectos que rodean a la fractura del extremo proximal del húmero, justificando su importancia. Entre ellos, el valor anatómico de la articulación en la que participa y la alteración para la calidad de vida que supone su impotencia; generalidades de las fracturas y su mecanismo íntimo de reparación, las clasificaciones existentes en este tipo de patología y su discusión (dicha clasificación luego guiará el tratamiento), su epidemiología, y su clínica y diagnóstico.

Una vez cubiertos todos los aspectos, con la fractura de extremo proximal de húmero ya encuadrada y valorada, analizaremos las posibilidades de tratamiento actuales y sus indicaciones en función del tipo de fractura y del resto de factores que rodean a cada paciente, dando como conclusión unas guías generales para orientar el tratamiento en función del tipo de cada fractura.

### Anatomía: (1)(2)(3)

El hombro es la región del cuerpo humano que comprende la unión del miembro superior con el tórax. En él encontramos componentes óseos, cartilaginosos, fibrosos y musculares que forman las articulaciones, además de dotarlas de un rango muy amplio de movimiento. Ahora, revisaremos detalladamente dichos elementos, que resultarán relevantes a la hora de comprender las fracturas del extremo proximal del húmero y sus opciones de tratamiento.

#### *Huesos y articulaciones:*

En un lugar central destaca la **escápula**, como punto en el que articularán el resto de huesos implicados. Respecto a ella, debemos saber que es un hueso plano, triangular de base superior, con una fosa subescapular, anterior; y dos fosas posteriores, supra e infraespinosas, divididas horizontalmente por la espina de la escápula, en el tercio superior del hueso. Esa espina tiene una escotadura que comunica las fosas que divide.

La propia espina se prolonga lateral y superiormente mediante el ángulo del acromion, que da como resultado una eminencia homónima, orientada medialmente, con la que articula la escápula con el extremo lateral de la clavícula. En el vértice externo de la escápula encontramos la cavidad glenoidea de la escápula, orientada lateral y frontalmente respecto al plano que forma el hueso. En ella articulará la escápula con el extremo proximal del húmero.

La **clavícula** es un hueso largo que articula proximalmente con el esternón y distalmente con la escápula en el acromion, en forma de articulación plana. No es un

hueso realmente relevante en nuestro estudio, pero sí podría adquirir importancia en traumas de alta energía, en los que la fractura humeral asocie daño a estructuras vecinas.

El **húmero** es el hueso largo que forma el brazo. Como tal, podemos diferenciar en él la diáfisis, o parte más larga del hueso que incluye la médula ósea amarilla, rodeada por tejido óseo compacto cubierto por endostio; y epífisis, en los extremos, con tejido óseo compacto en su parte más externa e, interiormente, tejido óseo esponjoso. La epífisis y la diáfisis se unen por la metáfisis, una porción del hueso que, en edad infantil, aloja el cartílago de crecimiento (y que adquirirá una importancia crucial en casos de fracturas de extremo proximal del húmero en niños); pero que, en adultos, está constituida exclusivamente por tejido óseo esponjoso.

Todo el húmero está cubierto por periostio, un tejido vascularizado e inervado, pero carece de él en sus superficies articulares (donde habrá tejido cartilaginoso hialino) y los lugares de inserción muscular y ligamentosa. Su extremo proximal tiene ciertos relieves prominentes que sirven de inserción. Cabe destacar las tuberosidades mayor y menor, o troquíter y troquín; el surco intertubercular o corredera bicipital; la cabeza articular (que supone dos tercios de una esfera), y los cuellos anatómico (que une la cabeza articular al resto del húmero), y quirúrgico (inmediatamente inferior a las tuberosidades, coincidiendo con la metáfisis).

Como ya hemos adelantado, el húmero articula proximalmente con la cavidad glenoidea de la escápula, y distalmente con radio y cúbito. Esta articulación proximal es una enartrosis, es decir, supone el encaje de la cabeza del húmero (esférica) en la concavidad de la cavidad glenoidea articular. Por ello, tiene un rango de movimiento muy amplio en todos los planos, pudiendo desplazarse en flexo-extensión, abducción, aducción y rotaciones externa e interna.

Esa libertad de movimiento nace de sacrificar estabilidad articular: La cavidad glenoidea contacta únicamente un pequeño porcentaje de la superficie articular del húmero. Esto supone que hayan de existir ciertas estructuras no óseas que compensen y aseguren la congruencia articular:

Alrededor de la misma cavidad glenoidea escapular nace el **labrum glenoideo**, un rolete de tejido cartilaginoso fibroso que amplía el espacio de contacto de la articulación.

Envolviendo a la articulación al completo tenemos la **membrana sinovial**, que se une a los márgenes de las superficies articulares, pero deja cierta holgura en su parte inferior, permitiendo la abducción del brazo. Además, la membrana sinovial forma bolsas o bursas al protruir entre las aperturas de la cápsula fibrosa que la rodea. La más notoria de esas bursas es la subtendinosa del subescapular. Además, la membrana sinovial cubre el tendón largo del bíceps braquial en la articulación al pasar éste por el

surco intertubercular hasta su inserción en el tubérculo supraglenoideo. Todo lo mencionado con el objetivo de reducir la fricción al mínimo en las zonas más susceptibles de sufrirla, aunque tiene menor valor que otras estructuras a la hora de mantener la estabilidad articular.

Existen otras bursas asociadas a la articulación del hombro pero que no comunican directamente con la cavidad sinovial articular. Éstas se sitúan entre el acromion y el supraespinoso (bolsa subacromial), entre el acromion y la piel, entre la apófisis coracoides y en relación con varios de los músculos que rodean la articulación.

Cubriendo a la membrana sinovial tenemos una **cápsula fibrosa**, que la acompaña y se inserta más allá del labrum glenoideo, y en el cuello anatómico del húmero, prolongándose más en su sección medial, hasta el inicio de la diáfisis proximal, donde además se encuentra poco tensa, con la función de acomodar la abducción sin limitarla.

Esa cápsula se engrosa en ciertas zonas por las que transcurren los principales **ligamentos** que aseguran la articulación glenohumeral:

- En su porción anterosuperior están los ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior, que nacen en el margen superomedial de la cavidad glenoidea y llegan hasta la tuberosidad menor y el cuello anatómico.
- En su porción superior, conectando la base de la coracoides con la tuberosidad mayor, dando lugar al ligamento coracohumeral.
- Entre las tuberosidades mayor y menor, sobre el canal intertubercular, sujetando el tendón del vientre largo del bíceps braquial, formando el ligamento transverso humeral.

Aun con todo este soporte ligamentoso y sinovial, no resulta suficiente para que la articulación tenga seguridad en todos sus planos de movimiento. A continuación, describiremos los músculos que la rodean, de entre los cuales destacaremos los que forman el manguito de los rotadores por ser otro gran fiador de la congruencia ósea en esta articulación.

## Músculos

No sólo basta con que la articulación glenohumeral posea uno de los mayores rangos de movimiento del cuerpo humano. También necesita músculos en todos sus planos de movimiento que lo fundamenten. A medias entre ser elementos generadores de movilidad y estructuras que aseguren la articulación, tenemos el **manguito de los rotadores**, integrado por los músculos:

- Supraespinoso, que va desde la fosa supraespinosa de la escápula hasta la carilla superior del tubérculo mayor
- Infraespinoso, que transcurre desde la fosa infraespinosa de la escápula hasta la carilla media del tubérculo mayor.
- Redondo menor, desde el borde lateral de la escápula hasta la carilla inferior del tubérculo mayor.
- Subescapular, extendiéndose desde la fosa subescapular hasta el tubérculo menor

Los tendones de todos los músculos del manguito se insertan de tal manera que, quedando externos a la cápsula articular glenohumeral, se mezclan con ella, organizando un collar musculotendinoso que rodea la articulación en sus partes posterior, superior y anterior. De esta manera, estabilizan y sujetan el extremo proximal del húmero en la cavidad glenoidea de la escápula sin reducir el rango de movimiento ni la flexibilidad del brazo, además de colaborar ligeramente en los movimientos de la cabeza del húmero hacia las direcciones mencionadas previamente: Supra e infraespinosos, y el redondo menor, colaboran iniciando los movimientos de abducción y rotación externa. El subescapular lo hace con la rotación interna.

Aparte de los músculos del manguito, en el extremo proximal del húmero se insertan además gran número de músculos originados en la cintura escapular y la zona superior del tórax, dando a la articulación del hombro movimientos de flexo-extensión, abducción, aducción y rotaciones externa e interna. Tienen, en general, mayores masa y fuerza que los del manguito, y para ellos, la estabilidad articular no es la función principal, pero pueden funcionar como **estabilizadores extrínsecos**. Esos músculos son:

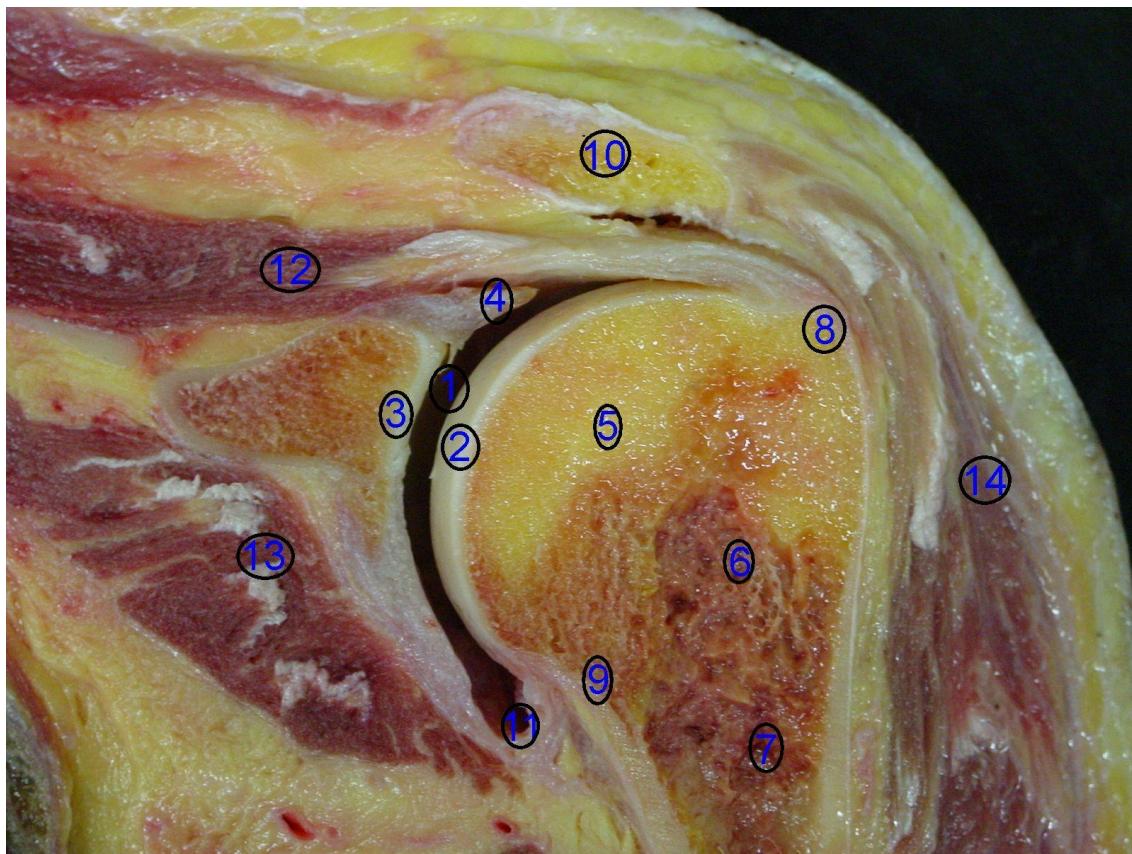
- Dorsal ancho, que se inserta en el surco intertubercular del humero, haciéndolo rotar medialmente, aduciéndolo y extendiéndolo.
- Deltoides, con sus tres vientres, es el músculo más superficial del hombro, dándole su forma característica. Su vientre medial abduce el hombro, el anterior lo rota medialmente y flexiona el brazo, y el posterior rota el hombro lateralmente y extiende el brazo, todos ellos insertados en la tuberosidad deltoidea del húmero.
- Pectoral mayor, que nace en la mitad medial de la clavícula, el esternón, la aponeurosis del oblicuo mayor del abdomen y los cartílagos intercostales de la primera a la sexta costillas y se inserta en el labio medial del surco intertubercular del húmero, junto al dorsal ancho.
- Redondo mayor, que llega desde la cara dorsal del ángulo inferior de la escápula hasta el labio medial del surco intertubercular del húmero, insertándose junto al dorsal ancho y junto al pectoral mayor. Tanto el redondo mayor como el pectoral mayor están implicados en la aducción y

rotación interna del brazo a la altura del hombro, aportando exclusivamente el pectoral mayor el movimiento de flexión.

- Bíceps braquial: nace en la tuberosidad radial, y se inserta con su vientre largo en el tubérculo supraglenoideo, y con su vientre corto en la apófisis coracoides de la escápula. Colabora con la flexión anterior del hombro, y contribuye con la abducción cuando el brazo está rotado externamente. Concretamente, su vientre menor, puede aducir el brazo cuando está en rotación interna. El tendón largo pasa a través de la cápsula articular, como ya hemos explorado previamente, también colabora con la estabilidad intrínseca del hombro, especialmente impidiendo el desplazamiento superior del extremo proximal del húmero

La imagen 1 a continuación muestra varios de los componentes descritos previamente, numerados:

1. Espacio articular glenohumeral.
2. Superficie articular de la cabeza humeral.
3. Superficie glenoidea de la escápula.
4. Labrum (porción superior).
5. Cabeza articular humeral (epífisis del húmero).
6. Metáfisis humeral.
7. Comienzo de la diáfisis humeral.
8. Tuberosidad mayor. Inserción del supraespinoso.
9. Cuello quirúrgico del húmero.
10. Acromio.
11. Ligamento glenohumeral inferior.
12. Músculo supraespinoso.
13. Músculo infraespinoso.
14. Músculo deltoides



*Imagen 1: Disección de hombro, corte coronal. Los números se corresponden con los elementos desglosados justo antes de la imagen. Aporte del Dr. Sánchez Jimeno.*

### Vascularización e inervación

Hay elementos importantes vasculares y nerviosos implicados con la irrigación e inervación del hombro, y que rodean el extremo proximal del húmero; y que, por tanto, pueden resultar relevantes en este trabajo. El paquete vasculonervioso de esta zona pasa inicialmente a través del **espacio axilar**, inferior a la articulación del hombro. Para entender mejor dicho espacio, debemos conocer sus límites:

- Superior: Borde superior de la escápula, extremo posterior de la clavícula y parte más externa de la primera costilla.
- Medial: Músculo serrato anterior y parrilla costal.
- Lateral: Inserciones de los músculos coracobraquial y bíceps braquial (vientre corto)
- Anterior: Músculos pectorales mayor y menor, y subclavio.
- Posterior: En su parte más alta, músculo subescapular. Inferiormente, redondo mayor y dorsal ancho.
- Inferior: Aquí está la piel, únicamente.

Esta oquedad está ocupada por tejido adiposo, en el cual hallaremos cúmulos de nódulos linfáticos, acompañados por sus vasos correspondientes; además de la vena y la arteria axilares y la porción infraclavicular del plexo braquial.

La **arteria axilar** se origina en la arteria subclavia, en el momento en el que ésta llega al espacio axilar. La importancia de la arteria axilar radica en las ramas que se originan en su tercera porción: La arteria subescapular, y las arterias circunflejas anterior y posterior. Estas dos últimas son de especial importancia con vistas a nuestro trabajo, pues irrigan directamente a músculos del hombro, a la articulación y a todo el extremo proximal humeral, y su daño puede implicar variaciones en nuestras aproximaciones terapéuticas.

La **arteria circunfleja anterior** suele tener menor calibre que la posterior. Pasa horizontalmente por debajo de los músculos coracobraquial y bíceps braquial para llegar al cuello quirúrgico del húmero, desde donde una rama asciende verticalmente, paralela a la corredera bicipital, para irrigar a la articulación glenohumeral y al extremo proximal del húmero. Después de dar esa rama, se prolonga lateralmente hasta anastomosarse con la circunfleja posterior.

La **arteria circunfleja posterior** se dirige a esa misma dirección, también horizontalmente, acompañada por el nervio axilar. Ambos pasan a través del espacio cuadrado, formado internamente por el vientre medial del tríceps braquial, lateralmente por el húmero (a la altura del cuello quirúrgico), superiormente por el redondo menor, e inferiormente por el redondo mayor. Aprovechando su recorrido, da ramas hacia los músculos redondo mayor, menor, deltoides, y tríceps; para terminar anastomosándose con la circunfleja anterior tras rodear posteriormente al cuello quirúrgico del húmero.

Tras pasar por debajo del músculo redondo mayor, la arteria axilar pasa a ser la **arteria braquial**, extendiéndose hasta la fosa cubital del codo, envuelta por el bíceps braquial y el vientre medial del tríceps. Mantiene una estrecha relación con el nervio mediano en su recorrido por la cara interna del brazo, dando ramas profundas que nutren el húmero.

La circulación venosa suele tener menor importancia en la patología que estudiamos. En el miembro superior, la circulación venosa llega al brazo recogida en las venas braquiales, profundas, que acompañan a la arteria homónima; y en las venas superficiales basilíca y cefálica. Estas dos profundizan, encontrando a las braquiales y dando como resultado, tras pasar bajo el músculo redondo mayor, la vena axilar, que acompaña a la arteria del mismo nombre durante su paso por el espacio axilar.

La inervación de la zona del hombro tiene mucha relevancia en todo el proceso diagnóstico y terapéutico de las fracturas del extremo proximal del húmero, por la proximidad de muchos nervios a la zona articular, con riesgo ante este tipo de traumas.

Tras recoger las raíces cervicales de C5 hasta C8, incluyendo también T1, el **plexo braquial** tiene un recorrido axilar antes de dar sus ramas al miembro superior. Tras la organización en troncos, y su reorganización en divisiones y cordones nerviosos, comienzan a salir los nervios implicados en recabar sensibilidad del miembro superior y activar su musculatura. De entre esos nervios, algunos poseen más importancia que otros:

- Nervio axilar: Tras nacer en el plexo braquial, pasa bajo el subescapular y, como ya hemos adelantado previamente, por el agujero cuadrado, junto a la arteria circunfleja posterior. Da tres ramas. La posterior llega al redondo menor y al vientre posterior del deltoides, volviéndose después superficial y tomando sensibilidad de la piel externa superior del brazo. La **rama anterior** rodea el cuello quirúrgico del húmero acompañando a la arteria circunfleja posterior y pasando bajo el deltoides hasta su vientre anterior. Esta rama anterior del axilar es la que más frecuentemente se daña en las fracturas del extremo proximal del húmero. El nervio axilar también genera una rama hacia el tríceps.
- Nervio radial: Tras acompañar a la arteria axilar en su tercio distal y pasar por el hueco homónimo, se sitúa en el extremo interior del brazo, pasando tras la arteria braquial hacia el espacio triangular, inferior al espacio cuadrado, delimitado internamente por el vientre medial del tríceps braquial, lateralmente por el húmero (a la altura del cuello quirúrgico), y con el redondo mayor como límite superior. Tras sortear ese obstáculo, el nervio radial alcanza el surco radial en la parte posterior del húmero, por donde lo rodea hacia su lateral externo, bajo el tríceps, hasta hacerse anterior. Entonces, descenderá hasta el epicóndilo lateral del húmero distal. Durante todo este trayecto, dará ramas cutáneas posteriores y laterales inferiores del brazo, además de inervar a tríceps, ancóneo, y braquioradial.
- Nervio mediano: Tras nacer en el plexo braquial, escapa la axila y se dirige bajo el redondo menor hacia la cara interna del brazo, por donde descenderá acompañando a la arteria braquial, lateral a ésta y envuelto, como ella, por el bíceps por encima y por el braquial, debajo, hasta llegar a la fosa cubital. Durante su recorrido en el brazo, sólo aporta ramas simpáticas a la arteria braquial, sin funciones sensitivas o motoras en la región.

- Nervio cubital: Imita al mediano, pero desciende medialmente a la arteria braquial. No posee funciones en el brazo, las adquiere tras llegar al antebrazo.

En la parte posterior, *Clínica y diagnóstico*, observaremos en qué maneras podemos explorar el daño a todos estos nervios

### Epidemiología:

Varios estudios observacionales colocan a la fractura del extremo proximal del húmero con una prevalencia de entre el 4 y el 10% de las fracturas totales estudiadas durante sus períodos (excluyendo las craneales y maxilofaciales), colocándola así como la séptima más común, con incidencia en aumento proporcionalmente a la edad, llegando a colocarse como una de las fracturas más comunes a partir de los 50 años de edad, a partir de la cual consideran ciertos estudios que comienzan a aparecer las fracturas relacionadas con la osteoporosis (4).

Inmensamente mayoritarias son las fracturas de extremo proximal del húmero unilaterales, con muy ligera preferencia por el lado derecho (54'7% de casos) (5), sin significación estadística, lo cual viene demostrado por encontrarse otros estudios epidemiológicos que revelan ligero predominio del hombro izquierdo (54%)(6).

La incidencia de este tipo de fractura es del 37,5% en meses fríos (de noviembre a febrero) y del 28% en meses cálidos (de mayo a agosto), de nuevo sin diferencias significativas. Tampoco se aprecia una alteración o predominio estacional diferente a la tendencia general respecto al mecanismo de producción de las fracturas. Se especula que ese aumento invernal de la incidencia puede estar ligado a las condiciones climatológicas, como lluvia, barro, nieve o hielo, y a la peor iluminación, que conlleva mayor riesgo de caída en los desplazamientos y de accidentes de tráfico. Se ha propuesto también que la disminución de la incidencia de fracturas de extremo proximal del húmero durante los meses cálidos puede deberse al éxodo vacacional, que supone una bajada de la población en áreas metropolitanas, donde se han realizado la mayoría de estudios consultados. Aun con todo, esta variación estacional no se observa en otras fracturas típicas del paciente adulto, como por ejemplo en la de cadera.(5)

La distribución por sexos revela que desde la infancia hasta los 39 años no hay diferencias significativas entre géneros, comenzando a partir de los 40 años a aumentar ligeramente la incidencia, especialmente en mujeres. En el rango de edad de 50 a 59 años, la incidencia en mujeres dobla a la de los hombres, siendo en ambos casos superior a la de edades previas. De 60 a 69 años encontramos el pico de incidencia en fracturas de extremo proximal del húmero en hombres, que aún así es menor de la mitad que la incidencia en mujeres. En edades superiores, la incidencia en hombres decrece o se mantiene, mientras que en mujeres tiene ligera tendencia a aumentar.(5)

Respecto al mecanismo de trauma, y pese a que algunos estudios tienden a crear más subgrupos en función de la causa específica de fractura, podemos diferenciar las fracturas producidas por impactos de baja energía, tales como caída desde poca altura (ya sean en marcha, bipedestación, u ocurridas en el hogar) o sin asociar trauma (anecdóticas, como por ejemplo las ocurridas durante crisis epilépticas); y las generadas por impactos de alta energía (caída de altura elevada, accidentes de tráfico, deportivas, laborales). En términos generales, el mecanismo de baja energía es el más común, destacando en él las caídas de baja altura y en el hogar, llegando a cifras del 90% (6), si bien se asocian la mayor prevalencia de fracturas en mujer, cuya causa suele ser caída, y al aumento de incidencia con la edad y en asociación de osteoporosis. Si tenemos en cuenta la distribución por sexos y excluyendo cómo eclipsan las cifras femeninas a las masculinas, el caso de los hombres difiere de la tendencia descrita. Si bien también es prioritario el mecanismo de baja energía por caída en edad avanzada (37,9% de las fracturas de extremo proximal del húmero), presentan entre el doble y el triple de casos de alta energía que las mujeres, lo cual es asociado según algunos autores al menor grado de osteoporosis en hombres, junto a la tendencia a practicar deportes de contacto, y a estar involucrados en accidentes de tráfico a mayor velocidad (con una incidencia del 30,1% de las FCH en hombres). No se han descrito diferencias entre sexos respecto a FCH por accidentes laborales o causadas por agresiones (5).

Aun diferenciando por edades exclusivamente, el mecanismo de baja energía es el más común, si bien en los más jóvenes la caída suele ser en público, y en mayores, dentro del domicilio (5).

La incidencia de cada mecanismo de fractura también varía en función del día de la semana en el que ocurre. Se ha descrito un aumento de las FCH de alta energía (deportivas) en fines de semana, junto con virtual ausencia de las debidas a causa laboral, como cabía esperar. Durante la semana laboral, las debidas a accidentes de tráfico y caídas aumentan (5).

Se ha asociado, además, el 72% de las FCH a osteoporosis, siendo la mayoría de ese porcentaje mujeres más viejas que han sufrido un trauma de baja energía (7). Ese porcentaje, si bien varía entre estudios, siempre es elevado.

En niños, pese a su limitado número en los estudios de este tipo de fractura (FCH tiene una incidencia del 0'5% en población infantil), se emplea la clasificación de Salter y Harris, revelando una predominancia del 86% del tipo 2 (fractura a través de placa de crecimiento y metáfisis) sin preferencia por ningún sexo, y sin correlación aparente entre mecanismo de trauma y patrón de fractura. (5)

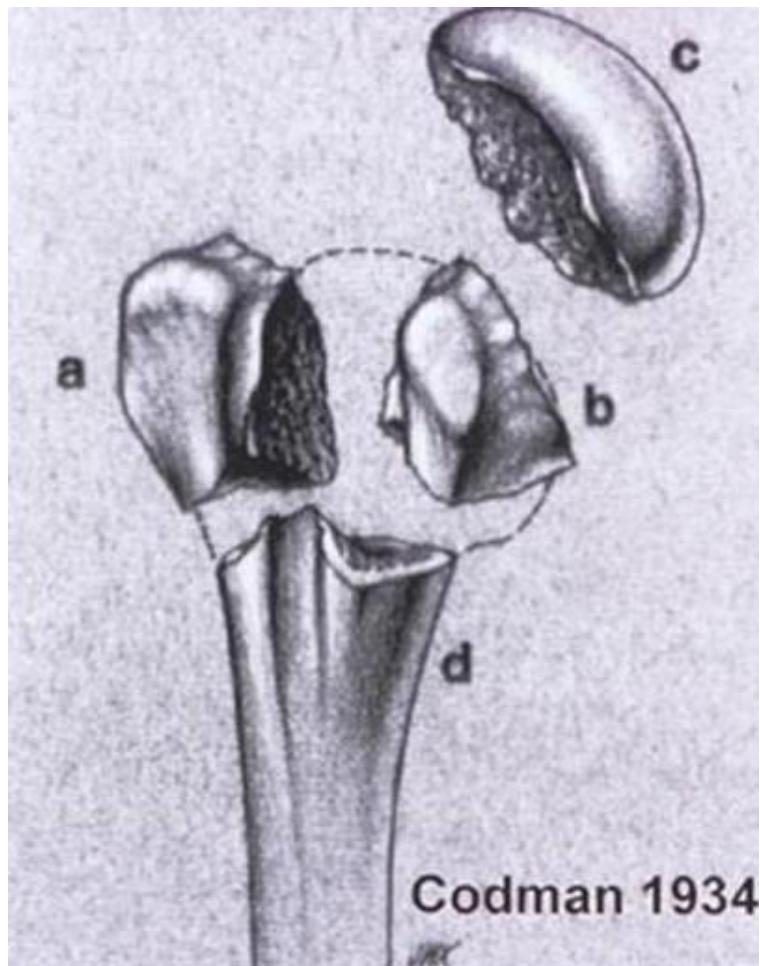
## Clasificación

Las clasificaciones son todo aquello que permite dividir un conjunto en grupos menores de acuerdo a ciertos criterios, facilitando la comprensión al resto de expertos. La metodología de cada clasificación, así como sus objetivos de cara al futuro tratamiento de las fracturas y su pronóstico (como concierne a nuestro caso) puede variar. Por ese motivo, no nos debe extrañar que en una fractura tan potencialmente compleja como es la de extremo proximal del húmero exista controversia respecto a cuál de las clasificaciones actuales es la óptima. Exploraremos ahora las usadas más habitualmente.

### Clasificación de Neer

Históricamente, y antes de que Neer propusiera en 1970 su sistema de clasificación (8), las fracturas del extremo proximal del húmero definían las fracturas exclusivamente por su mecanismo de producción o por el nivel de la fractura. Al no considerar aspectos como la severidad de la lesión, las posibilidades de tratamiento de cada una, ni las agrupaciones posibles de fracturas similares. Por ello, estas clasificaciones no permitían crear estudios adecuados ni tenían valor prequirúrgico.

Su clasificación nace del análisis entre 1953 y 1967 de 300 fracturas de húmero proximal, basándola en observaciones hechas anteriormente por Codman en 1934 que identificaban cuatro segmentos en las fracturas de húmero: tuberosidad mayor, menor, diáfisis (fractura de cuello quirúrgico) y superficie articular (cuello anatómico), y que aparecen en la imagen 2 con las letras a, b, d y c, respectivamente.



*Imagen 2: Representación de los fragmentos en los que se suele fracturar el extremo proximal del húmero, descritos originalmente en Codman EA. The Shoulder Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesion in or About the Subacromial Bursa. Boston, MA: Thomas Todd Co; 1934*

Neer entonces propone categorías para las fracturas que incluyen superficie articular y considera las luxaciones asociadas, pues ambos factores tienen valor en el pronóstico de la lesión. En el artículo original, Neer (8) trata de explicar la patoanatomía más común de las fracturas de húmero proximal con las posibilidades de desplazamiento de sus fragmentos, catalogarlas para su estudio y explicar los patrones característicos de desplazamiento de los fragmentos en función de los elementos que tienen unidos (con especial mención aquí para el manguito rotador). Un aspecto notorio de esta clasificación es que considera un fragmento como desplazado a partir de 1 cm o 45 grados de angulación, valores que hemos de aplicar en las radiografías que obtengamos del paciente para poder aplicar las distintas categorías que se nos presentan

Se ha mantenido relativamente sin cambios, más allá de la nomenclatura de las categorías, hasta 2002, cuando pasa a incluir la fractura de cuatro fragmentos impactada con valgo (9)

Con los segmentos mencionados distinguibles en las fracturas de húmero (tuberossidades mayor y menor, diáfisis por el cuello quirúrgico y superficie articular desde el cuello anatómico), podemos comenzar a explicar esta clasificación por fragmentos (8). Ver imagen 3.

	Anatomic neck	Surgical neck	Greater tuberosity	Lesser tuberosity	Fracture -dislocation	
					Anterior	Posterior
2 part						
3 part						
4 part						
Articular Surface						

Imagen 3: Clasificación actualizada de Neer. Obtenida de Lasanianos N.G., Makridis K. (2015) Proximal Humeral Fractures. In: Lasanianos N., Kanakaris N., Giannoudis P. (eds) Trauma and Orthopaedic Classifications. Springer, London

1. Fracturas de un fragmento: Aquella en la que no existe la angulación de al menos 45 grados o una separación de 1 cm. No se tienen en cuenta el número de líneas de fractura ni su localización.

2. Fracturas de dos fragmentos: Con un único segmento desplazado
3. Fracturas de tres fragmentos: Con una de las tuberosidades separada y el cuello quirúrgico fracturado. La otra tuberosidad permanece unida, generando una deformidad rotacional.
4. Fracturas de cuatro fragmentos: En la que todos cumplen criterios de desplazamiento. Tiene carácter grave y asocia un riesgo mayor de necrosis avascular de la cabeza humeral.
5. Fracturas de cuatro fragmentos impactadas en valgo (9): Añadida como categoría aparte en 2002. La cabeza rota en valgo y es desplazada entre las tuberosidades, que se separan para acomodarla. En este caso, no existe salida de la glenoides ni desplazamiento lateral de la cabeza. La razón de que tenga una categoría separada es porque su pronóstico y su tratamiento difieren de los de la fractura "clásica" de cuatro fragmentos.
6. Fracturas con dislocación o daño a la superficie articular: Requieren esta separación por generar más calcificaciones heterotópicas y sufrir más comúnmente necrosis avascular de la cabeza. El tratamiento también cambia. Aquí distinguimos las variedades con fragmentación de la superficie articular y las que sufren impactación, además de las dislocaciones anteriores y posteriores.

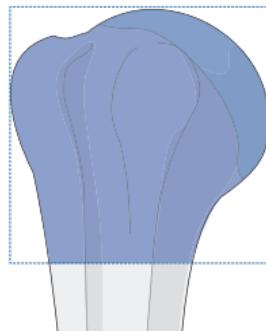
### **Clasificación de la AO foundation**

Publicada por primera vez en 1996 en forma de compendio en el *Journal of Orthopaedic Trauma* (JOT) (10), la clasificación de fracturas de la AO foundation/Orthopaedic Trauma association (AO/OTA) trató de extrapolar a todo el esqueleto los principios expuestos anteriormente por Müller et Al. (11) para clasificar las fracturas diafisarias, implementando con ese objetivo un lenguaje común para la clasificación, tanto verbal como codificado, facilitando tanto la comunicación entre expertos como el uso de datos en estudios y su almacenamiento.

La clasificación AO/OTA requiere la aplicación de definiciones precisas, siendo la separación entre la diáfisis y la epífisis de huesos largos la que nos concierne: La epífisis queda delimitada por el cuadrado cuyos lados tienen la misma longitud que su anchura. Además, la principal consideración de las fracturas articulares supone diferenciar entre las extraarticulares, cuyos límites de fractura no tocan la superficie articular; y las intraarticulares, en las que sí hay fractura en la superficie articular. Con esto, se diferencian las fracturas epifisarias de tipo A (extraarticulares), tipo B (con implicación articular parcial, dejando una porción de la superficie articular aún unida a la diáfisis) y

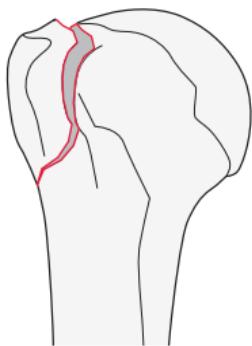
# 11

Location: Humerus, proximal end segment 11

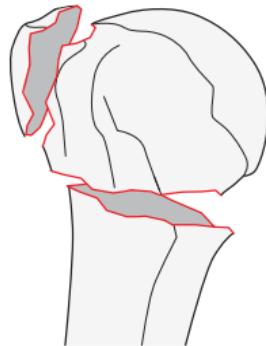


## Types:

Humerus, proximal end segment,  
**extraarticular, unifocal, 2-part fracture**  
11A



Humerus, proximal end segment,  
**extraarticular, bifocal, 3-part fracture**  
11B



Humerus, proximal end segment,  
**articular or 4-part fracture**  
11C

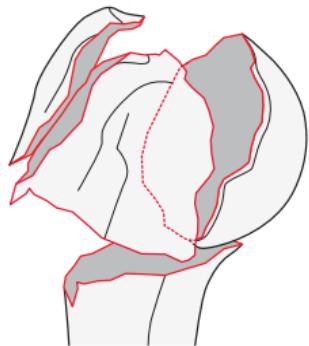


Imagen 4: Clasificación de las fracturas proximales de húmero, o tipo 11, según la AO foundation, de acuerdo a los tipos A, B y C mencionados (12).

tipo C (con la superficie articular completamente separada de la diáfisis) (12) Ver imagen 4. Aclarados estos tres tipos, se puede añadir un mayor nivel de detalle aclarando la morfología de la fractura de la superficie articular según su patrón sea simple o multifragmentado, pudiéndose señalar, con el código adecuado, el número de fragmentos y su origen.

Sin embargo, como se ve en la actualización de la clasificación publicada en 2018 (12), hay ciertas excepciones a lo expuesto, relativas a la fractura del extremo proximal del húmero, codificado como 11 en este sistema (13):

- Las fracturas simples proximales que involucren únicamente una tuberosidad o la metáfisis (lo que clasificaríamos como Neer de dos fragmentos) son tipo A.
- No existen las fracturas parciales de la superficie articular. Las fracturas que involucren una tuberosidad y la metáfisis (Neer de tres fragmentos) son tipo B.
- Las que involucren el cuello anatómico del húmero son tipo C.

A continuación, en las imágenes 5 y 6, podremos entender gracias a sucesivos ejemplos esta clasificación de la AO foundation:

## 11A

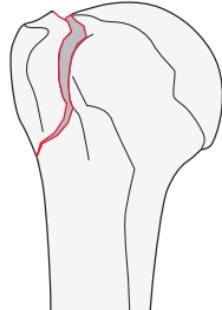
**Type:** Humerus, proximal end segment, **extraarticular, unifocal, 2-part fracture** 11A

**Group:** Humerus, proximal end segment, extraarticular, unifocal, 2-part, **tuberosity fracture** 11A1

**Subgroups:**

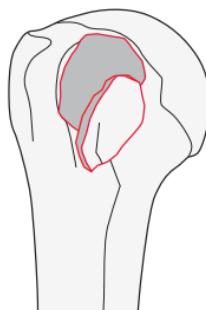
**Greater tuberosity fracture**

11A1.1



**Lesser tuberosity fracture**

11A1.2

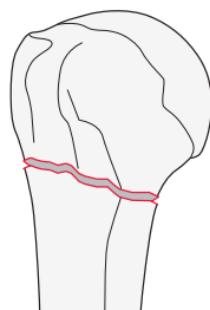


**Group:** Humerus, proximal end segment, extraarticular, unifocal, 2-part, **surgical neck fracture** 11A2

**Subgroups:**

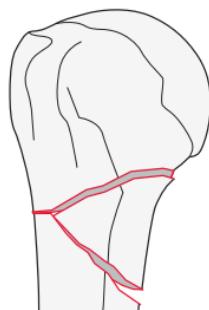
**Simple fracture**

11A2.1



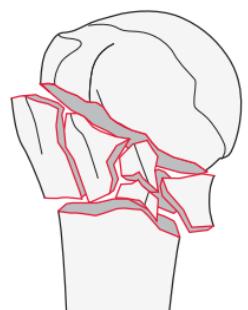
**Wedge fracture**

11A2.2

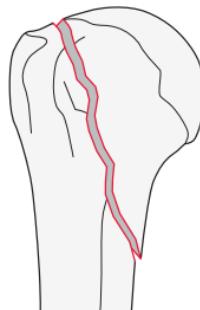


**Multifragmentary fracture**

11A2.3



**Group:** Humerus, proximal end segment, unifocal, 2-part, **extraarticular vertical fracture** 11A3



*Imagen 5: Muestra los subtipos 11A de la clasificación de la AO foundation (12).*

## 11B

**Type:** Humerus, proximal end segment, **extraarticular, bifocal, 3-part fracture** 11B

**Group:** Humerus, proximal end segment, extraarticular, bifocal, 3-part, **surgical neck fracture** 11B1

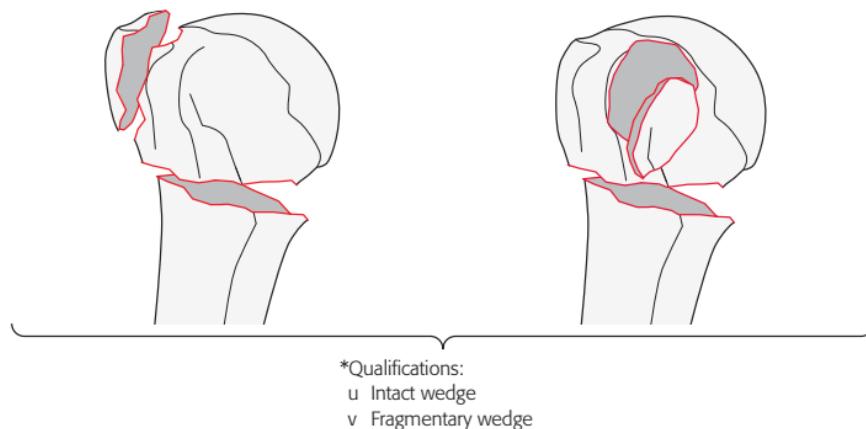
**Subgroups:**

**With greater tuberosity fracture**

11B1.1\*

**With lesser tuberosity fracture**

11B1.2\*



\*Qualifications:  
u Intact wedge  
v Fragmentary wedge

## 11C

**Type:** Humerus, proximal end segment, **articular or 4-part fracture** 11C

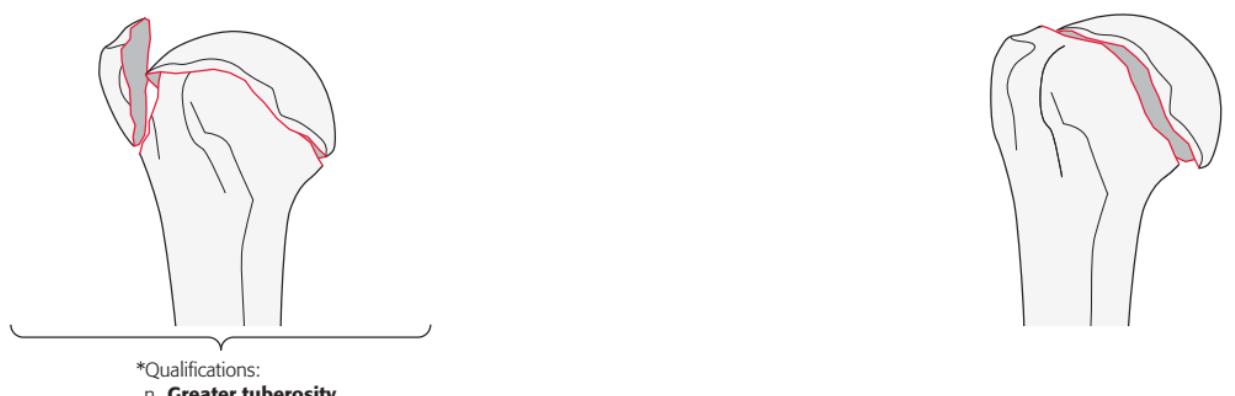
**Group:** Humerus, proximal end segment, articular or 4-part, **anatomical neck fracture** 11C1

**Subgroups:**

**Valgus impacted fracture**

11C1.1\*

**Isolated anatomical neck fracture**  
11C1.3



\*Qualifications:  
n Greater tuberosity  
o Lesser tuberosity  
p Both tuberosities

*Imagen 6: Subtipos de las categorías 11B y 11C según la AO foundation (12).*

Estas dos clasificaciones (de Neer y de la AO foundation), pese a ser las más utilizadas, no poseen adecuados valores de correlación intra e interobservador estudiados con el índice Kappa ( $\kappa$ ), que varía entre 0 (acuerdo atribuible al azar) y 1 (acuerdo absoluto) (14). El acuerdo interobservador de la clasificación de Neer ha llegado a variar entre 0'21 y 0'64, y el intraobservador entre 0'5 y 0'8. Valores similares se han dado en la clasificación AO/OTA (15)(16)(17). Sin embargo, se ha demostrado que tanto traumatólogos especialistas de hombro como facultativos entrenados en ambos sistemas de clasificación son capaces de aumentar los valores de Kappa ya discutidos (18)(19)

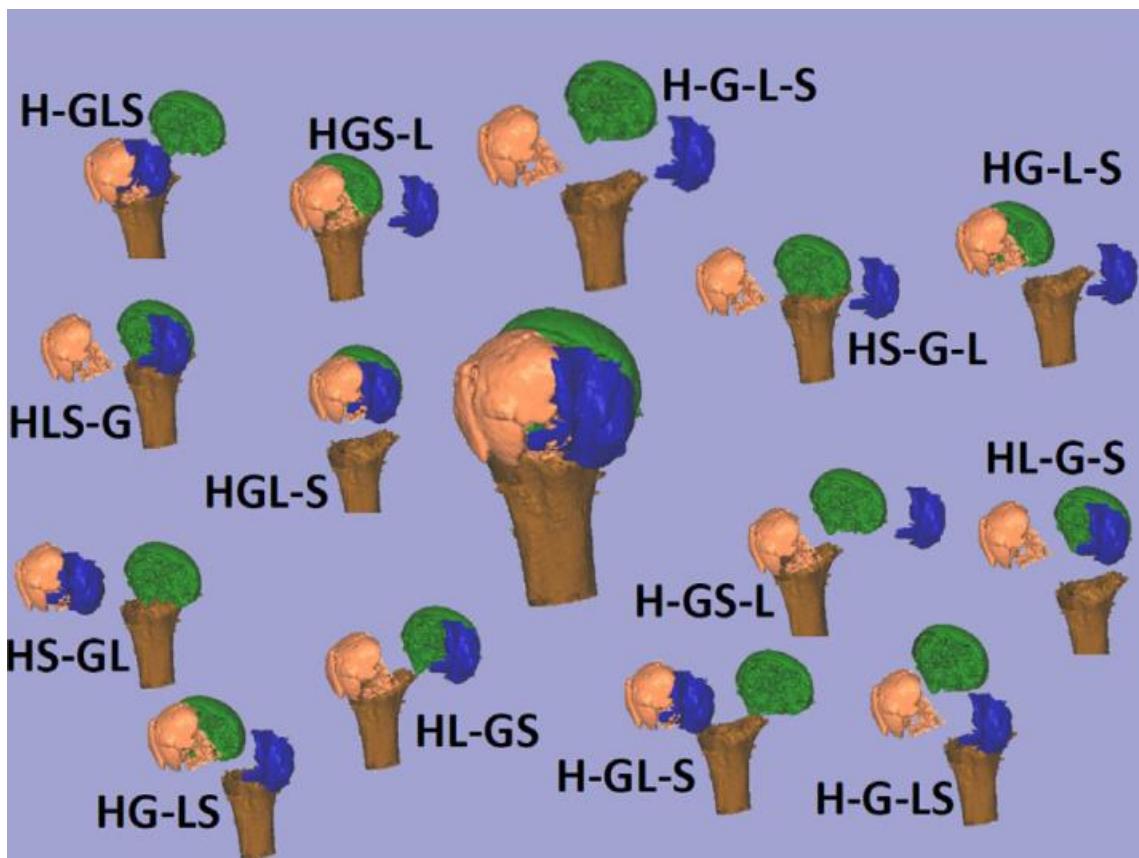
La clasificación de Neer tiene la notoria limitación particular de no diferenciar las fracturas mínimamente desplazadas (en parte a causa de sus criterios arbitrarios para la definición de separación entre fragmentos), las cuales llegan a suponer el 80% de las fracturas del extremo proximal del húmero y cuyos pronósticos son bastante variables entre sí.

### Clasificación HGLS

Como respuesta a las carencias demostradas por estas clasificaciones, aunque sean las más comúnmente usadas en nuestro medio, nace un rudimento de la clasificación HGLS de la mano de Hertel et Al (20), basada en la concepción puramente anatómica que adoptaría Codman inicialmente, que fue progresivamente dejada de lado por los sistemas que la sucedieron. Así, Hertel estudia los planos de fractura en lugar del número de fragmentos.

El sistema HGLS es binario, empleando cinco preguntas que identifican los planos de fractura y asignando luego uno de 12 patrones posibles con las permutaciones de las respuestas a las preguntas, exemplificando cada patrón con cuatro bloques de Lego® que se separan en función de los planos de fractura. Con esas permutaciones y sus correlaciones en estudios de la vascularización de la epífisis proximal del húmero intraoperatorios, se correlacionaron alteraciones en la irrigación con cada uno de los 12 patrones propuestos (20) (ver imagen 7).

Por la complicación predicha de memorizar esos 12 patrones, se asignó a cada porción anatómica del extremo proximal humeral una letra: H: *head*, G: *greater tuberosity*, L: *lesser tuberosity*, S: *shaft*, dando lugar al sistema HGLS propiamente dicho, en el cual se emplea un guión para mostrar un plano de fractura. Es decir, si existiera una fractura de tres fragmentos con separación de la tuberosidad mayor, la cabeza articular y la diáfisis (aún unida a la tuberosidad menor), se representaría como H-G-LS. El supuesto de una fractura que separara sólo la tuberosidad mayor (dos fragmentos) sería HLS-G.



*Imagen 7: Muestra los patrones sugeridos por la clasificación HGLS. (21)*

Este sistema se ha estudiado comparativamente frente a las clasificaciones de Neer y de la AO/OTA, obteniendo resultados prometedores en el índice Kappa (acuerdo casi perfecto intraobservador, con mediana de 0'89, y acuerdo aceptable inter observador con mediana de 0'67 (5)) y suponiendo una alternativa que va ganando adeptos progresivamente por su sencillez y reproductibilidad (21)(22)(23)(24). Posee la diferencia, además, con el sistema de Neer, de que considera fractura a cualquier línea sugestiva visible desde cualquier proyección radiológica, no sólo a angulaciones superiores a 45 grados o más de 1 cm de separación entre fragmentos.

Si ampliamos la epidemiología descrita en el título previo, podemos ver que los patrones de fractura, empleando estas clasificaciones, varían en función de ciertos factores:

Respecto al patrón de fractura, empleando exclusivamente la clasificación de Neer, se ha constatado que el mayor número de casos de fractura del extremo proximal del húmero es la de dos fragmentos (62%), seguida por tres (19%) y cuatro (13%) fragmentos (6). Este trabajo cuenta con las notables limitaciones de diagnosticar exclusivamente por rayos x. De acuerdo al sistema HGLS, se establece que el patrón de

fractura predominante es HL-G-S, seguido por HLS-G y HGL-S, estando posteriormente H-G-L-S, abarcando entre ellos el 96% de FCH del estudio (5).

El 5% de los pacientes estudiados asociaron luxación de la cabeza humeral, siendo más comúnmente asociada a los patrones de fractura H-G-L-S y HLS-G (75% de las luxaciones) (5).

Sin embargo, vuelve a ocurrir que las cifras en mujeres de la tercera edad eclipsan al resto. Podemos además hacer una distribución por edades, en la que encontramos que 3 patrones diferentes predominan según el grupo: En adultos jóvenes (18 a 45 años) es HLS-G, en adultos (de 46 a 75) HL-G-S, y H-G-L-S en los más mayores (de 76 en adelante). Se ha explicado esta diferencia en los patrones por la variación según la edad de la resistencia al trauma mecánico del hueso, afectado principalmente por osteoporosis, que aumenta proporcionalmente a la edad.(5)

También podemos distribuir el patrón de fractura de acuerdo a la energía del trauma. En los casos de baja energía, caídas en domicilio y en áreas públicas concretamente, el patrón principal es HL-G-S (46'4% y 38% de casos, respectivamente), seguido por los patrones HGL-S, que es mayor en caídas fuera de domicilio (23'6%) que en las de dentro (16'3%); y por el patrón HLS-G, mayor en caídas en casa (24'9%) que en las de fuera (18'1%). (5)

En impactos de alta energía, los patrones HL-G-S y HLS-G tienen la prevalencia, sin ser significativamente predominante uno frente al otro salvo en fracturas deportivas y en las laborales, en las que prevalece el segundo patrón.

### **Clínica y Diagnóstico:**

El perfil del paciente, como ya se ha expuesto, suele ser el de una mujer mayor que, tras caída desde posición erecta, acude con impotencia funcional en la articulación del hombro con dolor, inflamación y, comúnmente, hematomas.

Normalmente, al inspeccionar, hallamos un hombro realmente doloroso y aumentado de tamaño, lo cual va a condicionar y limitar toda la exploración. Hemos de comprobar, guiados por la historia del trauma, que no existe dolor o inflamación en otras articulaciones del mismo miembro, especialmente en los casos de alta energía. En esa inspección inicial, comprobaremos la integridad de la piel, pudiendo clasificar entonces la fractura como abierta y que puede orientarnos a una aproximación inicial al caso diferente, más apremiante. La palpación va a estar severamente impedida por el

dolor, pero, en caso de que sea posible, la búsqueda de crepitación y relieves patológicos será nuestra prioridad.

Si bien las guías clínicas generales recomiendan explorar el movimiento del hombro relativos a la articulación glenohumeral (25), generalmente no nos es posible llegar a este punto del examen clínico. Es muy raro que un paciente tolere el nivel de dolor que generaría la movilización (aunque sea pasiva) de un húmero cuyo extremo proximal está fracturado. Tendremos que conformarnos con la impotencia funcional que el paciente, con seguridad, nos habrá anunciado al historiarle.

Un hematoma excesivo nos debe hacer pensar en daño vascular asociado, dotando a la patología de mayor gravedad y urgencia. Será necesario también un examen neurológico, atendiendo a los nervios axilar, radial, cubital y mediano:

- El nervio axilar lo estudiaremos según esté alterada la sensibilidad en la piel que rodea al vientre lateral del deltoides, que corresponde a su rama cutánea braquial lateral superior.
- El nervio radial lo exploraremos observando la integridad de la inervación del tríceps, de los extensores del carpo, del supinador, y de los extensores digitales y del abductor del pulgar; además de la sensibilidad posterior del brazo, posterior y lateral inferior del antebrazo, y posterior de la mano, del pulgar, y del dorso de los siguientes dos dedos y de la mitad lateral del cuarto dedo, sin incluir la última falange de ninguno de los tres.
- El nervio cubital será explorado también por sus ramas motoras, que implican, en el antebrazo, a los flexores del carpo; y en la mano, desde la rama motora profunda, al abductor, al flexor y al oponente del meñique, a los lumbricales tercero y cuarto (todos estos en la eminencia hipotenar) y al aductor del pulgar, y al vientre profundo del flexor del pulgar (en la eminencia tenar). También en la mano, pero desde una rama motora superficial, el cubital inerva a los músculos interóseos, tanto dorsales como palmares. La porción sensitiva del cubital puede estudiarse con la sensibilidad de la porción medial de la mano hasta el carpo, incluyendo el quinto dedo de la mano y la porción medial del cuarto dedo tanto dorsal como palmar hasta la última falange.
- El nervio mediano también está implicado en la flexión del carpo, inervando al palmar mayor y al menor (y avanzando paralelo entre sus tendones). En el antebrazo, también se conecta a los flexores comunes de los dedos de la

mano (profundos y superficiales), al pronador cuadrado y al redondo, y al músculo cutáneo palmar. Tras pasar por el ligamento anular del carpo, en la mano, inerva al abductor corto, al oponente y al flexor corto del pulgar y a los músculos colaterales internos y externos de pulgar e índice. En lo relativo a sensibilidad, se puede explorar en la palma de la mano y en la cara palmar del primer al cuarto dedo, incluyendo sólo la mitad lateral de éste, y abarcando las falanges distales de todos ellos, también en su cara dorsal.

Para descartar el daño vascular al resto del miembro, conviene que el profesional evalúe el pulso radial a nivel de la muñeca. La disminución de su intensidad o su ausencia pueden dotar a nuestra aproximación terapéutica inicial de una urgencia antes inexistente.

Aun sin casar en esa descripción, la clínica mencionada asociada a una historia clínica sugestiva nos obliga a pensar en el posible diagnóstico de fractura de extremo proximal de húmero. Ante dicha idea, el facultativo ha de emplear el método diagnóstico de imagen con mayor rentabilidad en este caso: la radiografía.(26)(7)

Hemos de recurrir a tres proyecciones para asegurarnos no sólo confirmar el diagnóstico presunto, sino que también serán necesarias para evaluar correctamente la fractura dentro de las clasificaciones que podemos emplear. Dichas proyecciones son las anteroposterior, la axial y la lateral de escápula. (27)

La tomografía axial computerizada puede ser otra herramienta para el diagnóstico de esta fractura. Además de ser empleada en estudios epidemiológicos y como patrón para evaluar las clasificaciones, constituye una ayuda excelente de cara a plantear el tratamiento quirúrgico en los casos sugestivos y solucionar dudas en aquellos en las que las tres proyecciones radiográficas no sean suficientes. Se ha demostrado que aumenta el acuerdo a la hora de clasificar las fracturas de extremo proximal del húmero, especialmente si se combina con los tres planos de radiografía mencionados (15) con un beneficio limitado según algunos autores (16) y excelente según otros (28).

## OPCIONES DE TRATAMIENTO DE LA FRACTURA DE HÚMERO PROXIMAL

El tratamiento de las fracturas de extremo proximal de húmero, como el de cualquier tipo de fractura, busca corregir la posición ósea de vuelta a su situación anatómica, permitiendo la unión de los fragmentos y restaurar la movilidad de la articulación. Pasando por alto las complicaciones, tanto el especialista como el paciente han de saber antes de comenzar con el tratamiento que, debido a un engrosamiento y acortamiento de la cápsula articular como consecuencia de la fractura (que habitualmente es más fina y elástica que las del resto de articulaciones), se debe esperar cierta reducción de la amplitud de movimiento del hombro cuando concluya el tratamiento, aunque éste se haya realizado correctamente (29).

El tratamiento se ha de decidir por todos los factores que rodeen a la fractura: Edad del paciente y calidad ósea (presencia de osteoporosis), sexo, mecanismo de fractura (alta o baja energía), heridas asociadas al trauma, tipo de fractura.

En términos generales, podemos dividir el tratamiento en **ortopédico**, es decir, no quirúrgico, empleando medios de sujeción; y en **quirúrgico**, en el que las opciones son varias, algunas con resultados muy similares entre sí y cuya elección depende, en general, de la experiencia del cirujano.

### Tratamiento ortopédico

Las opciones ortopédicas para tratar nuestro tipo de fracturas son variadas, pero pasan en todos los casos por el mantenimiento del brazo en aducción y rotación interna, con flexión del codo y la mano llevada al pectoral, apuntando a la clavícula contralateral, sana. Se prefieren sistemas que apliquen una tracción moderada hacia el cuerpo, impidiendo el desplazamiento por la carga en el brazo de su propio peso pero permitiendo que éste ejerza una tracción sutil y beneficiosa para la curación; frente a métodos de sujeción más firmes, que supongan desplazamiento del hombro hacia arriba y que pueden asociar alteraciones cutáneas por isquemia. (29) Con ese objetivo de inmovilización, nuestra elección puede variar: Vendaje de Velpeau o sling comercial (polysling, sling ancho de brazo, sujeción a nivel de cuello y muñeca, etc.). En ese sentido, la comodidad del paciente es lo que más llega a variar entre las opciones, entre las que se ha detallado Actimove® Gilchrist como preferente frente a sling de tipo Desault (30), similar al vendaje de Velpeau pero comercial.

La principal diferencia encontrada entre las sujeciones comerciales y los vendajes tradicionales radica en la higiene del paciente, que es más complicada en los vendajes tradicionales por no poder ser retirados y puestos de nuevo tras la limpieza, por lo que en ocasiones generan rash cutáneo. Otra diferencia notoria es el nivel de sujeción, que en ocasiones es menor en los sling comerciales, lo cual puede suponer un retraso en la resolución de la fractura (27). Pese a ello, por mayor agilidad a la hora de colocarlos y la posibilidad de una higiene mejor por parte del paciente, se emplean más a menudo los slings comerciales, aunque existe la posibilidad de una sujeción algo peor.

Los estudios colocan el tratamiento conservador como opción predilecta en las fracturas del extremo proximal del húmero, elegida alrededor del 85% de ocasiones, pese al aumento de cirugías en los últimos años (31)(32). Cochrane publica en un meta análisis de 31 estudios aleatorizados (30), con un total de 1941 pacientes, que, de acuerdo a 8 de esos estudios, hay evidencia suficiente actualmente para decir que ambos tratamientos son iguales (ortopédico con sling versus fijación por placa o hemiartroplastia) en lo que se refiere a función al año (33) o a los dos años de la fractura desplazada. Hay moderada evidencia de que la calidad de vida del paciente a los dos años tampoco es diferente en función del tratamiento (33). También la hay en lo relativo a mortalidad tras el tratamiento, favoreciendo el no quirúrgico. Es necesario aclarar, respecto a esta referencia, que, aunque Cochrane presenta un artículo extenso y de calidad, sus conclusiones no pueden aplicarse a cualquier fractura del extremo proximal del húmero, ya que el artículo no cubre casos en niños, adultos jóvenes, fracturas de dos partes que impliquen a las tuberosidades, fracturas originadas por traumatismos de elevada energía, ni fracturas que asocien dislocación o cuyas líneas lleguen a la superficie articular. Por todo esto, si bien este artículo aboga por un tratamiento eminentemente conservador, no será esa nuestra primera opción en muchos de los supuestos que no abarca y que acabamos de mentar.

Si bien todo esto se ha estudiado especialmente en fracturas en ancianos mínimamente desplazadas (33), la evidencia sugiere que las mismas conclusiones se han de aplicar a fracturas de tres y cuatro fragmentos (30) (34), pese a que ciertos estudios muestran beneficio del tratamiento quirúrgico en fracturas de 4 fragmentos en pacientes ancianos (35).

El tratamiento no quirúrgico, además, se asocia a necesidad de cirugía diferida en un menor número de ocasiones respecto al quirúrgico, que necesita reintervenciones más a menudo. (30)

Antes de elegirlo, las principales consideraciones a tener en cuenta son: La edad del paciente,; su sexo; la demanda funcional a posteriori; si la fractura ocurre o no en el

brazo dominante; la calidad ósea, y las heridas preoperatorias junto al resto de comorbilidades del paciente (27).

Las indicaciones del tratamiento ortopédico se pueden sintetizar en que es de elección cuando la fractura es de dos fragmentos o asocia mínimo desplazamiento, además de que se prefiere cuando la situación del paciente contraindica su paso por quirófano (por su edad, comorbilidades y su baja calidad ósea). Sin embargo, lo contraindicarán la necesidad de una pronta recuperación, el desplazamiento de los fragmentos, la luxación de la cabeza humeral y la necesidad de cirugía por heridas asociadas, en cuyo caso aprovechamos la operación (27). Sin embargo, dichas indicaciones son muy discutidas por lo expuesto anteriormente (30) (33) (34) y hará falta un nivel mayor de evidencia para dictaminar cuándo se ha de operar por fractura de extremo proximal humeral.

También se ha expuesto que los cirujanos traumatólogos especialistas de hombro tienden a operar mayor porcentaje de casos (49'1%), frente a sus compañeros más generalistas, que prefieren el tratamiento ortopédico y, por ese motivo, tienen un menor porcentaje de pacientes que visiten el quirófano (26'1%) (36), lo cual muestra que el facultativo también es un factor a tener en cuenta de cara en el momento de plantear estudios según el tipo de tratamiento. Podría especularse que, en general, un especialista de hombro recibirá casos más complejos y, por ello, más susceptibles de ser operados.

Un apartado que no admite discusión es la necesidad de movilización precoz una vez hemos recurrido al tratamiento ortopédico. Queremos evitar el anquilosamiento de la articulación por fibrosis, que ya ocurre con la fractura per se, pero puede llevarse a un grado mayor a causa de la inmovilidad. Ya desde hace treinta años se sabe que, de acuerdo con Kristiansen et Al. (37), la inmovilización durante únicamente una semana implica menor dolor a los tres meses de seguimiento, frente a tres semanas. Sin embargo, los resultados respecto a movilidad, función o dolor se equiparan a los seis meses. Estudios posteriores apoyan esta idea (38), mostrando además que al año de seguimiento, la movilización antes de los 14 días desde la fractura da un resultado más satisfactorio y mejor rotación externa (39).

Entre los ejercicios y sesiones de terapia propuestos, se describe la terapia domiciliaria realizada por el propio paciente, tras ser instruido, como una muy buena opción para agilizar la recuperación (29) complementando la movilidad pasiva realizada por el rehabilitador con movimientos de péndulo y, según mejore el estado del miembro, movilización pasiva asistida con el otro brazo a nivel de mano y codo. Posteriormente, y entre una y tres semanas desde el inicio de la rehabilitación, podremos comenzar a introducir movilidad activa sin asistencia. A las seis semanas se

permite ya el entrenamiento del miembro en fuerza, ya sea con peso o banda elástica. La contracción isométrica se permite incluso antes.

Previo a iniciar la rehabilitación, es de recibo asegurar la movilización del brazo como unidad, lo cual algunos autores recomiendan confirmar con radiografía convencional de la articulación (29), especialmente antes de emplear ejercicios que busquen aumentar el rango de movimiento articular. Éste no alcanza su recuperación final hasta pasados entre 12 y 18 meses tras la fractura, antes si la rehabilitación ha sido adecuada. Tanto el resultado final como la progresión de la rehabilitación son muy personales y pueden variar enormemente de un paciente a otro, si bien se acepta que las fracturas con mayor número de fragmentos y desplazamiento entre ellos suelen asociar menor movilidad posterior y mayor tiempo de recuperación, con limitación de la fuerza máxima conseguida al final.

Por ello, cuando la demanda articular vaya a ser muy elevada, especialmente en fracturas de tres y cuatro fragmentos, la indicación quirúrgica brillará más. Sin embargo, en paciente añooso con poca demanda funcional, el resultado subjetivo puede ser bueno pese a las limitaciones que pueda conllevar.

La conclusión global de este apartado es que las fracturas del extremo proximal del húmero con desplazamiento mínimo con cualquier número de fragmentos, en dos fragmentos con relativamente poco desplazamiento o en paciente con limitación funcional u ósea previa, es recomendable recurrir al tratamiento ortopédico frente al quirúrgico. En casos que difieran de lo descrito, si bien la evidencia científica actual no se decanta, podremos recurrir al tratamiento quirúrgico de un tipo u otro.

### **Reducción indirecta y fijación percutánea: Agujas de Kirschner**

Propuestas por Martin Kirschner en 1909, son cables de acero inoxidable esterilizados y afilados en su extremo. Su aplicación es percutánea, atravesando la piel e introduciéndose en el hueso mediante el uso de taladros, con el objetivo de aproximar fragmentos óseos fracturados y permitir su fusión, tratando así la fractura.

Además de ese uso, que tiene generalmente un carácter temporal ya que retiramos las agujas cuando el hueso es estable, este tipo de fijación percutánea se puede emplear con carácter temporal, empleando alambres asépticos que impiden su retirada, unidos o no a algún elemento de sujeción externa (como ocurre con el Humerusblock®). Por otro lado, su uso transversal se emplea en fracturas que requieren tracción, junto a dispositivos en herradura externos (como ocurre en fémur). Además,

el uso de tensión externa para mantener los fragmentos resulta beneficioso en ciertas situaciones, mediante filamentos elásticos externos, que comprimen las porciones de hueso al contraerse (40).

Este método, desde su planteamiento, vemos que es una opción menos agresiva que el abordaje quirúrgico habitual y que puede ofrecer una alternativa quirúrgica menos agresiva para aquellos con comorbilidades que puedan beneficiarse del paso por quirófano pero no toleren la agresión de la cirugía.

Sin embargo, un riesgo habitual es la infección del canal por el que pasa la aguja, cuya severidad varía en función del tejido implicado. Si bien la celulitis es la más frecuente (27) hay que considerar la osteomielitis como gran complicación posible.

Otro gran temor es la migración de las agujas y perforación de estructuras vecinas o de la cápsula articular, respecto a lo cual se han descrito series de casos con gravedad variable, en los que la progresión de las agujas alcanza desde la glenoides u otros elementos de la articulación (aún empleando algún elemento de fijación externa de las agujas como el Humerusblock® (41)) hasta la cavidad torácica (42), ocurriendo esta complicación más frecuentemente en fracturas impactadas. También hacia los laterales, lo que se asocia a fijación deficiente de los fragmentos. Todos estos supuestos llevan la necesidad de pasar por quirófano para, primeramente, retirar las agujas para prevenir que se agraven las consecuencias de su progresión, además de emplear algún otro tipo de fijación, esta vez interna y tras reducción abierta.

Con el fin de evitar esos desplazamientos, se ha propuesto emplear agujas con espículas, fijas, para evitar su migración, además de doblar sus extremos externos o emplear métodos de sujeción (que como hemos visto con el Humerusblock® no siempre son efectivos). Otros autores han mencionado que una introducción retrógrada de agujas con cierto componente elástico puede suponer una ventaja en fracturas de tres y cuatro fragmentos, especialmente si apoyamos la operación con una apertura lateral conservadora del hombro y aseguramos los fragmentos, si existe desplazamiento entre ellos, con un cerclaje (43).

Además de las complicaciones mencionadas, cabe destacar la posibilidad de mala fijación, especialmente con fracturas más desplazadas, complejas o asociado a algún tipo de desplazamiento o mal agarre de las agujas. En estos casos, la reoperación es necesaria también, aumentando el riesgo de necrosis avascular de la cabeza humeral, especialmente en las fracturas de 4 fragmentos tratadas con agujas (44). El riesgo de daño vascular o tisular se ha juzgado menor en casos en los que se emplean agujas de menor diámetro con un fijador externo pequeño (45)

Los resultados que se han encontrado para este tipo de fijación, si bien varían en función del esquema tridimensional que se siga para la aplicación de fracturas y la fractura estudiada en concreto, son equivalentes a los obtenidos con placa y tornillo en fracturas de tres y cuatro fragmentos, con un menor número de complicaciones relacionadas con la cirugía invasiva que este último método conlleva (46).

En resumen, las agujas de Kirschner empleadas para tratar la fractura del extremo proximal de húmero tienen resultados similares a otros tipos de reducción, como pueden ser las variantes que implican reducción abierta y fijación interna, pero pueden dar complicaciones relacionadas con la migración de las agujas y la fijación deficiente de los fragmentos. Aun con eso, la ventaja de una operación percutánea, menos agresiva, puede ser buena consideración para casos con pocos fragmentos y poco desplazamiento y si existe contraindicación para operar a cielo abierto. Es de especial consideración este método en situaciones de politrauma, por el abordaje en decúbito supino y la menor pérdida de sangre y daño a tejidos (45).

### **Reducción abierta y fijación interna: Placa y tornillos**

Tras el preoperatorio debido y el estudio de la fractura empleando métodos de imagen (no sólo la radiografía en tres planos, también tomografía computerizada) hemos de decidir el abordaje quirúrgico a emplear. El más común es el deltopectoral con el paciente semi sentado en posición de silla de playa. Lo iniciamos con una incisión en la piel sobre el surco deltopectoral de entre 10 y 15 cm para, acto seguido, hallar la fascia deltopectoral. Podemos ayudarnos de la vena cefálica para ello, que entonces deberá ser desplazada, al igual que los músculos deltoides, que movemos lateralmente; y pectorales, que llevamos hacia la línea media.

Ya en profundidad, la disección comienza en el espacio subdeltóideo, con una separación por planos eficaz y cuidadosa que respete todas las ramas del nervio axilar (localizado mediante *tug test*). Entonces abducimos el brazo para relajar el deltoides y aplicamos un retractor a la zona, dejándola abierta para permitir el acceso. Ahora debemos exponer el extremo proximal del bíceps, para lo cual hemos de retraer el vientre corto del bíceps braquial y el coracobraquial medialmente, e identificar el intervalo del manguito de los rotadores (espacio traingular libre que dejan los tendones de subescapular y supraespinoso con la apófisis coracoides), donde incidiremos y procederemos a separar los dos laterales de la incisión con suturas no reabsorbibles, permitiendo así el acceso a la zona fracturada.

Ahí, nuestro siguiente paso es reducir los fragmentos con agujas de Kirschner en el propio hueso y/o con suturas a tensión; solucionando así la fractura, con la angulación

adecuada, la posición correcta de diáfisis y cabeza, y colocando las tuberosidades en su lugar anatómico.

Una vez realizado el abordaje y reducida la fractura, colocamos la placa, lateral al surco bicipital para que no interfiera con su función. Además, hemos de impedir que esté demasiado alta, pues podría impedir la abducción completa de la articulación; o que esté demasiado baja, en cuyo caso los tornillos no tendrán una entrada óptima. El proceso para insertar los tornillos pasa por taladrar únicamente la cortical ósea, medir la profundidad necesaria y entonces proceder a introducir los tornillos, que perforarán únicamente una cortical en caso de estar en el extremo proximal del húmero, o las dos si están en la diáfisis.

Se ha teorizado que este tipo de fijación interna ayuda a los huesos osteoporóticos por su resistencia a las cargas fisiológicas, suponiendo una alternativa a la hemiartroplastia en las fracturas desplazadas de 3 y 4 fragmentos, pero con ciertas complicaciones intrínsecas como pueden ser el ya mencionado obstáculo a la movilidad que puede suponer una placa mal colocada, osteonecrosis avascular, protrusión de los tornillos a través de la cabeza articular humeral (llegando a la superficie articular glenoidea y dañándola) (47)

Respecto a otros tipos de fijación interna, se ha asociado el uso de placa y tornillos a una mejor función respecto a clavo intramedular en las fracturas de dos partes, pero también a un mayor número de complicaciones como las descritas en el anterior párrafo. Cuando comparamos placa y tornillos con agujas de Kirschner, los resultados obtenidos son similares (30). Por las complicaciones asociadas a la fijación con placa y tornillos, y por la evidencia recogida en los últimos años, se empieza a preferir la opción ortopédica por tener menor tasa de complicaciones.

En la mayoría de series, la tasa de complicaciones supera el 20% para la fijación con placa y tornillos, con un porcentaje de unión satisfactoria de alrededor del 75% de casos. Sin embargo, la mitad de esas complicaciones se han asociado a una técnica quirúrgica poco depurada y son, por tanto, evitables. Para prevenir los problemas relacionados con el anclaje de los tornillos, se ha de comprobar su correcta posición inmediatamente después de colocarlos, en planos anteroposterior y lateral, con rotación de la cabeza humeral (45), además de haberlos definido y colocado correctamente durante la operación, con minuciosidad al colocar la superficie articular en la cavidad glenoidea y respetando y alineando correctamente la tuberosidad mayor, para mantener la función habitual del manguito rotador (27).

En casos en los que la complicación que nos encontramos sea la mala consolidación del hueso, por ejemplo, tras tratamiento conservador, a causa de existir

demasiada distancia o angulación entre los fragmentos de la fractura; o por la mala calidad del hueso subyacente debido a osteopenia, la reducción abierta y fijación interna con placa y tornillos suele ser el tratamiento de primera elección. En caso de que el hueso sea de demasiada poca calidad, nuestra opción será la artroplastia (27), que exploraremos más adelante..

Probablemente el tratamiento quirúrgico más empleado sea el de osteosíntesis mediante placa y tornillos que estamos explicando, por asegurar la reducción intraoperatoria de los fragmentos y su correcta colocación y anclaje. Su aplicabilidad a prácticamente cualquier número de fragmentos, independientemente de su angulación y distancia es una gran baza a favor, proveyéndonos de un tratamiento eficaz en fracturas que impliquen a la articulación, sean inestables, multifragmentadas o con desplazamiento de cuello anatómico. Es especialmente recomendable si las inserciones de partes blandas aún están intactas (27), aunque puede dar resultados no tan satisfactorios si el hueso resulta ser osteopénico, por lo que ha de usarse con cautela en pacientes ancianos, que también sufirán más el abordaje deltopectoral, más agresivo para sus tejidos y que asocia mayor pérdida hemática que otros.

### **Osteosíntesis mediante enclavado medular**

En esta modalidad de tratamiento de la fractura proximal de húmero, el abordaje ha de ser distinto a empleado en el caso anterior. Emplearemos de rutina el abordaje **Anterolateral**, que supone una ventana menor al hueso (la necesaria en este supuesto quirúrgico) pero goza de mayor estabilidad post operatoria, y nos da ventajas alternativas como la preservación del tendón del subescapular y una calidad suficiente de exposición anterior de la glenoides, en caso de que fuera necesario revisarla (48).

Requeriremos además que el paciente esté semisentado, con la extremidad libre y un aparato de rayos contralateral que nos permita comprobar la correcta colocación del elemento dentro del mismo quirófano, además de la previa reducción de la fractura, pues este método no es capaz de llevarla a cabo. La incisión se inicia en el final del acromio sobre el vientre medial del deltoides y, generalmente, no lo sobrepasa. Desplazaremos entonces las fibras del músculo, anterior y posteriormente, dejando espacio para poder introducir los dispositivos de fijación intramedular. A continuación, en la imagen 8, podemos observar la apertura del abordaje anterolateral y el punto de introducción del clavo.

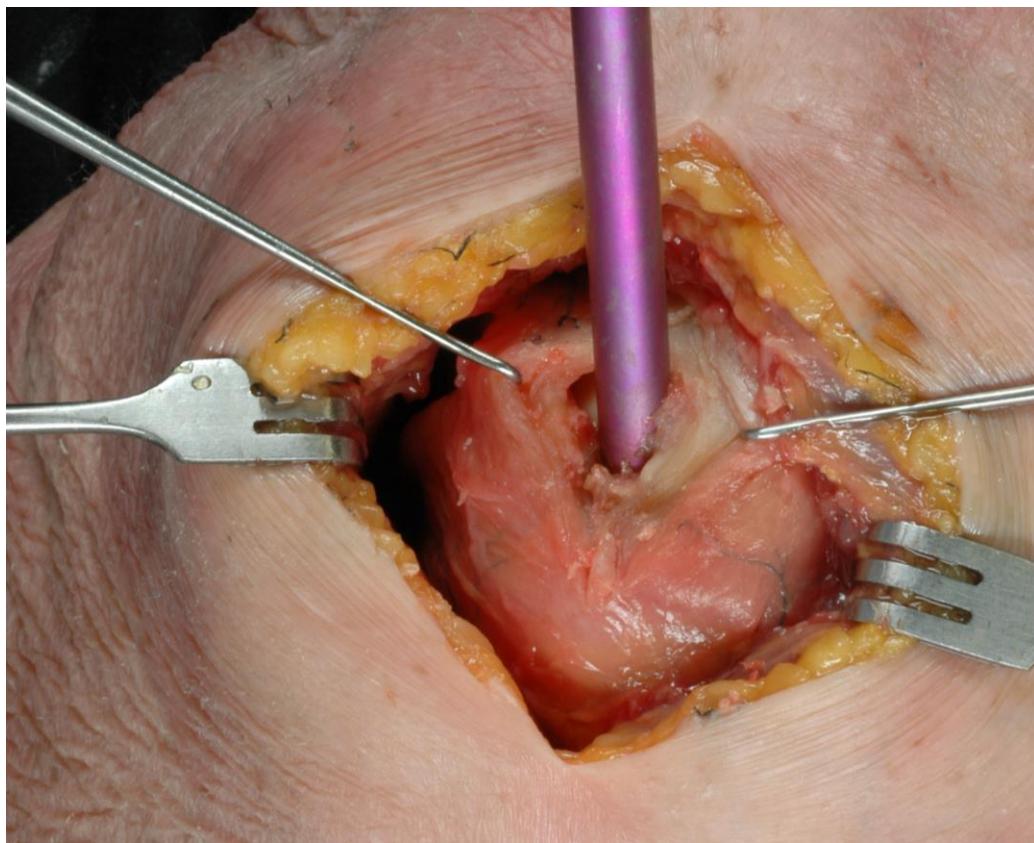


Imagen 8: Abordaje anterolateral para fijación endomedular en fracturas de extremo proximal de húmero

Tradicionalmente, esta opción de tratamiento se reservaba para las fracturas diafisarias humerales, habiendo demostrado demasiadas complicaciones cuando se había empleado en fracturas proximales. Aun así, se han desarrollado nuevos sistemas de enclavado para actualizar esta modalidad de tratamiento, ya que su capacidad para estabilizar tempranamente la fractura se ha juzgado como superior, especialmente en movimientos que impliquen fuerzas quedoblen o roten el húmero (comparado con fijación con placa y tornillos) (45).

La fijación más comúnmente empleada dentro de esta categoría es la de clavo medular con cerrojos transversales (*pin lock nail*) introducido anterógradamente.

Como ya hemos mencionado previamente, la comparación en fracturas de dos fragmentos entre placa y tornillos y enclavado medular revela una ligeramente mejor función tras el uso de placa, pero también le concede a ese método una mayor tasa de complicaciones que la que posee el enclavado medular. Por ello, el enclavado medular puede ser una alternativa potente al uso de placa y tornillo en casos de fractura proximal de húmero en los que la función no sea tan crucial pero sí sea importante prevenir que el enfermo pase una segunda vez por la mesa de operaciones (30). Sin embargo, eso no deja al enclavado medular anterógrado exento de riesgo de complicaciones. Entre las cuales, cabe destacar, por el lugar usual de inserción del clavo (entre la tuberosidad

mayor y el cartílago articular, poco vascularizado), las fracturas de tuberosidad mayor (que se reducen si es necesario en la misma operación) y daño en el manguito rotador, que luego explica esa función deficiente en cierto grado tras la operación (49), ambas consideradas complicaciones menores en la mayoría de casos, no merecedoras de reintervención.

Según el clavo anterógrado empleado, es posible causar fracturas iatrogénicas en el lugar de inserción. Esas fracturas proximales son más comunes cuando se emplean clavos anatómicamente correctos, con curvatura proximal, pues requieren un punto de inserción más lateral, y, por ello, más próximo a la tuberosidad mayor (45). Estudios en cadáveres han empleado clavos con cerrojos en distintas angulaciones y aducen que clavos anatómicos (“dobladados”) con cerrojos oblicuos ponen en peligro las ramas del nervio axilar, y que los clavos con cerrojos más anteriores se arriesgan a dañar la arteria circunfleja anterior (45).

Además, en los últimos años se han ideado nuevos clavos especialmente diseñados para los pacientes osteoporóticos (que, como ya hemos aclarado previamente, suponen no sólo la mayoría de personas que sufren fracturas proximales de húmero: también son más frecuentemente llevados a quirófano), que emplean cerrojos insertados oblicuamente al clavo intramedular para asegurar los fragmentos de la fractura, lo cual es especialmente útil en casos en los que la calidad del hueso sea menor (aunque se emplea igualmente en pacientes con hueso adecuado) (45). En esos casos, tratando fracturas de dos y tres fragmentos, se emplearon en ciertas ocasiones (fracturas de tres fragmentos con desplazamiento de tuberosidad mayor) bandas de tensión para asegurar la osteosíntesis del fragmento alejado (50). Con ese método y rehabilitación iniciada tan precozmente como entre tres y cinco días tras la cirugía, los resultados han sido prometedores: No ha existido migración del clavo intramedular, la consolidación se ha completado de media a los 3'3 meses y los parámetros con relación a función, rango de movimiento y dolor han sido considerados buenos (50). Otras series pequeñas de casos apoyan la reintroducción de este método, pese a que también haya quedado patente que los resultados en fracturas de tres fragmentos complejas, y en las de cuatro, han sido peores que en las fracturas más sencillas de tres fragmentos y en las de sólo dos (45). El uso de clavos medulares con cerrojos ha reducido la tasa de complicaciones mayores como protrusión del clavo, angulación en varo y unión deficiente de la tuberosidad mayor (45).

En la práctica habitual, el uso de este método frente al de placa y tornillos suele depender del especialista en cuestión y de la técnica más dominada en el centro en el que se realice la operación, aunque con los nuevos clavos disponibles, el enclavado puede ser una opción preferente para osteoporóticos con fractura que requieran intervención, con una función posterior aceptable aunque no excelente, y con una tasa

reducida de complicaciones que requieran una nueva visita al quirófano, especialmente si hablamos de fracturas de dos fragmentos o de tres sin demasiada complejidad o desplazamiento. La recomendación en caso de ancianos con hueso de poca calidad viene reforzada por el tipo de abordaje quirúrgico anterosuperior, pues es menos dañino para las partes blandas que rodean a la articulación y asocia menor pérdida sanguínea, pero resulta inadecuado en casos de fractura compleja.

Si existe experiencia suficiente, este abordaje junto a bandas de tensión o asociado a agujas puede llegar a ser empleado en fracturas con más complejidad o fragmentos, aunque sigue prefiriéndose un abordaje abierto con placa y tornillos para esos casos (45) u otras opciones para los más complicados y conminutos, como veremos a continuación.

## Artroplastia de hombro

Cuando la fractura proximal del húmero es especialmente compleja, de tres y cuatro fragmentos con mucha angulación o desplazamiento, con afectación a las inserciones de partes blandas, o daño a la superficie articular; y cuando ocurre en un hueso osteopénico u osteoporótico con poca capacidad de regeneración, nuestras opciones se limitan.

De igual modo, cuando ya hemos tratado un húmero y no hemos logrado una fusión ósea suficiente a causa de las comorbilidades metabólicas o la osteopenia del paciente, o si, durante una operación previa, hemos dañado el paquete vascular y la irrigación al hueso ha quedado comprometida (ambas complicaciones graves de cualquier fractura humeral, más comunes cuanto mayores son la energía del golpe, el número de fragmentos, su separación y angulación, y el daño causado a tejidos circundantes), dando como resultado una necrosis avascular de la cabeza humeral; es posible que el tratamiento empleado haya sido demasiado conservador y tengamos que dar un paso más allá para lograr la recuperación del paciente: La sustitución protésica de componentes articulares, en la que encontramos dos modalidades. La tradicional hemiartroplastia, en la que sustituiremos únicamente la cabeza articular humeral (respetando las tuberosidades y la diáfisis humeral); y la artroplastia inversa o prótesis total invertida, en la que dotaremos al paciente de un hombro nuevo, incluyendo en esta operación la sustitución glenoidea y de las tuberosidades.

## Hemiartroplastia

Introducidas en 1893, con un desarrollo paralelo a las artroplastias de cadera, y, aunque avanzaron tras introducir los injertos de tejido autólogo y el recubrimiento articular con materiales sintéticos, no fueron una opción válida para el tratamiento de la fractura humeral hasta que Neer la estableció como tratamiento habitual a partir de 1953 para la fractura conminuta de extremo proximal de húmero, llegando posteriormente a crear una prótesis que llevaría su nombre y que supuso la alternativa a las operaciones arduas de reducción abierta y fijación interna con resultados funcionales pobres y a las soluciones para el dolor articular de hombro empleadas entonces (artrodesis o extirpación de la cabeza articular humeral) (27). Los resultados prometedores de las primeras series de casos impulsaron el uso de prótesis de rutina (51)

El abordaje habitual es el deltopectoral, que ya describimos en apartados anteriores. En ocasiones se ha empleado el anterolateral, que expone más claramente las tuberosidades y facilita su movilización, pero requiere aislamiento del nervio axilar si la fractura se extiende distalmente (52). Los primeros pasos de la operación han de centrarse en localizar las tuberosidades y el surco bicipital, que suele contener una línea de fractura. Por ahí separaremos el manguito, dejando la tuberosidad menor, anclada al músculo subescapular, hacia delante, empleando una sutura en la unión osteotendinosa; y la mayor se identifica y se deja posteriormente, anclada del mismo modo, e intentando respetar las uniones que el periostio haya logrado mantener entre ella y la diáfisis humeral. En ocasiones, ambas se unen, manera en la que se deberán mantener hasta la conclusión del procedimiento (52).

Algunos autores tienden a conservar el tendón largo del bíceps y la inserción del pectoral mayor (situada a unos  $5'5 \pm 0'5$  cm, independiente de la altura del paciente) para usarlos de referencia a la hora de calcular la altura a la que colocar la prótesis, pero también se ha observado que la preservación sistemática del tendón largo puede verse atrapada entre fragmentos durante su consolidación, por lo que la recomendación usual es la de realizar una tenotomía o tenodesis (52).

El implante ha de colocarse con menos de 40 grados de retroversión (de 20 a 30 son ideales) y a la altura adecuada, no excesiva, pues esos factores generan demasiada tensión en las inserciones de la tuberosidad mayor e impiden su consolidación o causan su desplazamiento final. Además, ha de mantener una distancia fisiológica con la prótesis, comparable a la del lado contralateral (idealmente entre 5 y 10 mm). En la práctica, la asesoría del escáner previo y la comprobación intraoperatoria con rayos x (buscando lo que se conoce como “el arco gótico” que se ve en una radiografía gracias al borde medial del húmero y al lateral de la escápula) permiten establecer la posición fisiológica deseable en cada caso, comparando además los tejidos blandos de cada lado y buscando una colocación sin demasiada tensión, ya que posteriormente el

movimiento necesitará cierta traslación de la prótesis (52). Otros autores prefieren un sistema externo para asegurar la altura y la colocación ideal de la prótesis.

Es posible usar prótesis con inserciones más gruesas en el hueso, o más finas, que requieren injerto óseo para consolidarse, especialmente a las estructuras más laterales, como las tuberosidades.

En el crucial paso de la fijación de las tuberosidades, se recomienda una fijación horizontal, alrededor del implante, además de vertical, empleando para ambas sutura gruesa no reabsorbible, generando así un cerclaje en dos ejes que se recomienda que atraviese las uniones osteotendinosas. En casos de fracturas cominutas, se recomienda asegurar varias veces esa sutura en las uniones. Otros autores aducen que el cerclaje circunferencial colabora además con la estabilidad rotatoria de las tuberosidades (52).

Habitualmente, durante el procedimiento, la tuberosidad mayor es anclada primero sin aplicarle tensión, con el miembro en posición neutral antes de colocar el implante. En ese momento, en caso de haber usado un implante más fino, deberíamos colocar los injertos en este momento para, ahora sí, apretar las suturas que unen la tuberosidad mayor. Entonces uniríamos la menor, con dos suturas horizontales. Algunos autores recomiendan monitorización mediante rayos x intraoperatorios de todo este proceso (52).

El manejo previo del paciente ha de incluir no sólo su análisis completo, considerando su edad, comorbilidades y estado de fragilidad (todos factores de mal pronóstico post operatorio); sino también la correcta información sobre las posibilidades de tratamiento, posibles complicaciones, variabilidad del resultado final y proceso de rehabilitación, siempre que no estemos en una situación de emergencia que requiera una operación inmediata (52).

Series de casos han comparado la hemiartroplastia con el uso de placa y tornillos tras reducción abierta y fijación interna, encontrando diferencias significativas únicamente en la fuerza tras la operación, siendo la movilidad, el dolor y la capacidad para realizar actividades de la vida diaria similares entre ambos grupos de pacientes (52). Las tasas de reoperación han sido similares comparando hemiartroplastia frente a fijación con placa y tornillo (30). Aun así, la movilidad post operatoria no suele ser satisfactoria para el paciente, por lo que los más jóvenes no suelen contentarse con esta opción de tratamiento para sus fracturas. Si se ha descrito mejoría en el rango de movimiento final empleando implantes más modernos respecto a los de primera generación (52).

Las indicaciones clásicas para la hemiartroplastia de húmero han sido fracturas de cuatro fragmentos conminutas (que, según las series, suponen necrosis avascular entre el 25 y el 75% de los casos) o con difícil reducción, fractura desplazada del cuello anatómico y fractura impactada con afectación de más del 40% de la superficie articular (52). También existe evidencia de que el grosor cortical del hueso puede pronosticar la necrosis avascular de la cabeza del húmero, como marcador de la calidad ósea. Por otra parte, en caso de mala fijación empleando placa y tornillos en fracturas de varios fragmentos o conminutas, la segunda opción (como se indicó en el apartado correspondiente) será la hemiartroplastia. Se ha comprobado que en esos casos, la reoperación con otros métodos (enclavado medular o sutura ósea, incluso bandas a tensión) tienen resultados pobres, cuando no deficientes (27).

Las complicaciones más habituales en este tipo de tratamiento de la fractura son aquellas relacionadas con la mala fijación o consolidación deficiente de las tuberosidades, incluyendo aquí también la insuficiencia funcional del manguito de los rotadores. Estas complicaciones no tienen por qué aparecer en el postoperatorio inmediato (27). Una técnica quirúrgica minuciosa como la explicada al principio del apartado suele prevenir este tipo de secuelas que suponen, además, el principal motivo por el que esta modalidad de tratamiento fracasa (52). También puede ocurrir que la prótesis tenga una posición incorrecta, lo cual puede predisponer ese brazo a subluxaciones o luxaciones si se coloca demasiado baja o rotada; o al pinzamiento de tendones del manguito (especialmente del supraespinoso) si la colocación es demasiado alta. Si esa altura es excesiva respecto a las tuberosidades, aparte del pinzamiento, puede crear tensión en todos los tendones del manguito (27).

Otra posible complicación, como siempre que realizamos cualquier sustitución protésica, es la infección, que ocurre especialmente en pacientes ancianos y con comorbilidades. La asepsia operatoria y la correcta cobertura antibiótica suelen ser suficientes para prevenirla, pero, cuando ocurre, obliga a un tratamiento antibiótico prolongado. Si la infección tiene un carácter más subagudo o no ha respondido completamente al tratamiento antibiótico, puede obligarnos a reoperar y sustituir la prótesis, retirando además el tejido dañado que la acompañe (27).

La lesión neurológica asociada a hemiartroplastia y el aflojamiento aséptico de la prótesis son complicaciones anecdóticas (27).

Aun con todas estas posibles complicaciones, la supervivencia a los 10 años de la operación llega al 96'5%, con muy poca alteración en la cavidad glenoidea en ese espacio de tiempo que, cuando ocurre, es limitada (51).

## **Artroplastia inversa**

La artroplastia inversa (o implantación de prótesis total invertida) siempre va a ser nuestra última línea de tratamiento frente a la fractura del extremo proximal del húmero, debido a la gran irreversibilidad que implica.

Como tratamiento supone una novedad, pues su uso comienza hace menos de 20 años concebida originalmente como terapia ante patologías graves del manguito. Por ello, comenzamos indicando que sus indicaciones son, inicialmente, el daño extenso al manguito rotador, extendiéndose luego a fracturas del extremo proximal del húmero que presentan imposibilidad de anclar las tuberosidades correctamente al húmero, daño extenso en la cabeza humeral, daño extenso asociado en la glenoides escapular, e incluso hemiartroplastias previas que asocien complicaciones relacionadas. Será nuestra primera opción en casos de hueso de muy mala calidad que asocie daño extenso o sea sugerente de futuro fracaso terapéutico aun recurriendo a hemiartroplastia, especialmente en pacientes mayores de 75 años, que asocien comorbilidades, algún factor de los ya mencionados en este párrafo o que no puedan tolerar la inmovilización y rehabilitación que otras modalidades de tratamiento asocian (51).

La artroplastia inversa está, por otra parte, contraindicada en jóvenes (salvo que asocien un daño irreparable de otra manera) y en casos de daño al nervio axilar o infección concomitante. Además, ha de existir hueso en cantidad y calidad suficiente para anclar las piezas del mecanismo, lo cual averiguaremos con un escáner (51). Dicho escáner servirá, además, junto a dos o tres proyecciones de radiografía simple, para catalogar el tipo de fractura, la localización de los fragmentos (especialmente de las tuberosidades. Una resonancia magnética aportaría información adicional sobre el estado de los tendones del manguito, y sobre la infiltración grasa en el foco de fractura.

La técnica quirúrgica para la colocación de una prótesis total invertida comienza con un abordaje o bien anterolateral o bien deltopectoral, si bien éste se ha asociado a mayor riesgo de luxación. Aun así, lo emplearemos si el húmero también tiene una fractura diafisaria y requiere cerclaje u osteosíntesis. El abordaje anterolateral, por su parte, requiere una buena disección del nervio axilar en caso de necesitar una ampliación inferior (51).

Una vez localizadas las tuberosidades, su preparación es similar a la realizada en la hemiartroplastia. El tendón del supraespínoso ha de liberarse a la altura de su unión con el hueso. A continuación, la tuberosidad mayor ha de moverse empleando las inserciones que el infraespínoso y el redondo menor tienen en ella, utilizando suturas no reabsorbibles para ello en la unión osteotendinosa. Entonces, se tira de esta

tuberrosidad hacia atrás, mientras tiramos anteriormente de otras suturas colocadas en la inserción del subescapular (51).

En este punto, con tracción moderada en la dirección de la diáfisis humeral, logramos ver la cavidad glenoidea, cuyas características y posición ya conocemos gracias al escáner realizado inicialmente.

El húmero ha de ser preparado para la inserción de la prótesis, colocándolo en extensión y aducción. Se ha de lijar gradualmente su interior hasta contactar con el hueso cortical desde dentro, momento en el que hemos de perforar dos orificios gracias a los que, empleando suturas no reabsorbibles, anclaremos las tuberosidades al final de la cirugía. Es ahí cuando colocamos un implante inicial de prueba a la altura que hemos calculado en el preoperatorio. Entonces, estabilizamos el implante y reducimos la articulación, pudiendo emplear alzadores de polietileno para ajustar la tensión de la prótesis a las condiciones locales. En fracturas que se extiendan a la diáfisis, podremos emplear cerclajes y un vástago más largo para la prótesis (51).

Una vez con el visto bueno del implante de prueba, colocamos el definitivo. Según las recomendaciones actuales, ha de ser híbrido, con vástago cementado y una porción proximal no cementada, cubierta de hidroxiapatita para favorecer la consolidación de las tuberosidades. Es entonces cuando lo colocamos a la altura decidida, con el mismo ángulo de retroversión, pudiendo hacer una colocación de prueba de las tuberosidades para ajustar mejor aún las dimensiones elegidas. Cuando estemos contentos con la colocación, el cierre y las suturas son similares a las descritas en el apartado anterior para la hemiartroplastia, pudiendo además emplearse las suturas utilizadas para separar la tuberosidad menor para asegurar horizontalmente el nuevo sistema. Puede lograrse un poco de fijación vertical adicional para el implante si empleamos suturas desde la diáfisis en forma de 8 a través de las uniones osteotendinosas. La estabilidad de las tuberosidades puede comprobarse justo al final de la cirugía. Es recomendable, por último, colocar un drenaje de aspiración durante dos o tres días, ya que el hematoma consecuente a la operación es considerable (51).

El post operatorio inmediato requiere que el paciente no separe el brazo del pecho y que emplee un cojín en el codo al estar tumbado para evitar la luxación de la prótesis. El uso posterior de un sling permitirá el inicio precoz de rehabilitación pasiva, pasando a ejercicios activos sólo después de las seis primeras semanas tras la intervención, con el fin de facilitar la consolidación de las tuberosidades y evitar su migración (51). En los casos en los que no las intentamos anclar por asumir que no van a consolidarse, la rehabilitación puede iniciarse antes, entre tres y cuatro semanas tras la operación.

Los resultados de este tratamiento en la fractura del extremo proximal del húmero muestran una elevación media de 113 grados. El resultado resulta favorable aun cuando las tuberosidades han tenido una unión deficiente, diferenciando claramente a la prótesis total invertida de la hemiprótesis. La rotación externa es menor en los casos en los que las tuberosidades se fijan mal (53), lo cual, según las series, puede llegar a ser el 53% de los casos en la tuberosidad menor (51). Por ello, aun cuando la mala consolidación limite la rotación externa, la artroplastia inversa resulta una mejor opción que la hemiartroplastia en aquellos pacientes cuyas condiciones nos lleven a sospechar una probable mala unión de las tuberosidades o un mal estado del manguito de los rotadores. Otros estudios no han sido capaces de demostrar diferencias en función post operatoria entre estas dos modalidades de tratamiento (54), mientras que algunos dejan patente una mejor función (especialmente en la flexión del hombro) en la hemiprótesis siempre y cuando las tuberosidades se anclen bien, ya que en caso de que no, es la protésis inversa la que tiene la ventaja; y la mantiene en escalas que miden la capacidad de los pacientes operados para realizar actividades de la vida diaria (55). También se ha demostrado que es la artroplastia inversa la que asocia mayor tasa de fusión de las tuberosidades (83%) frente a la hemiartroplastia (61%), comprobado vía radiografía simple (56).

Las complicaciones de este tratamiento son muy similares a las que encontramos en la hemiartroplastia, con solución similar: Reintervención y sustitución protésica. Sin embargo, aquí podemos encontrar más frecuentemente fracturas de la glenoides al colocar el implante, y el daño nervioso es más común que en la hemiartroplastia, posiblemente debido al abordaje cercano al nervio axilar. Destaca también la mayor incidencia de luxaciones en la artroplastia inversa junto a una tasa de infección menor que en las hemiartroplastias (53).

En conjunto, las complicaciones son más numerosas que en la hemiartroplastia, factor que hemos de tener en mente y que hemos de sopesar, junto al paciente, a la hora de elegir su tratamiento (53) . Algunos estudios parecen apuntar a que la artroplastia inversa, pese a su mayor probabilidad de generar complicaciones, tiene menos reoperaciones relacionadas con la sustitución protésica (0'93 %) y más tardíamente, frente al 4% de los pacientes que reciben hemiartroplastia (53).

Las tasas de reintervención por motivos ajenos a la propia prótesis son diferentes, pues la hemiartroplastia conlleva un riesgo de reoperación en este caso del 4% frente al 1'7% de las hemiartroplastias (53). En la artroplastia inversa, reintervenimos por infección local para limpiar la zona y desbridar (en ocasiones, múltiples veces hasta resolver el cuadro); en la hemiartroplastia, para lisar las adherencias creadas por la operación previa o para revisar la unión de las tuberosidades (53).

El resumen de la artroplastia inversa podría hacerse destacando que es la opción final para el tratamiento de las fracturas de húmero, especialmente para mayores de 75 años sin otras opciones de tratamiento real, para daño realmente extenso e irreparable en el extremo proximal humeral, para pacientes que sospechamos que no van a poder tolerar inmovilización o rehabilitación extensas, cuando creemos que las tuberosidades no van a soldarse bien, y cuando la hemiartroplastia falla. Aun aclarado esto, actualmente no existen guías específicas para encontrar a estos pacientes en riesgo de mala unión de las tuberosidades al realizar hemiartroplastia, por lo que no existen unas indicaciones precisas para recomendarla más allá de la experiencia del cirujano.

## CONCLUSIONES

El reto de diagnosticar correctamente, dentro de las categorías descritas, una fractura del extremo proximal del húmero no va solo. Las múltiples opciones de tratamiento descritas con sus diferentes tasas de efectividad, complicaciones, y fallos, suelen solaparse en sus indicaciones. Por ese motivo, el tratamiento elegido depende de la asesoría del profesional asignado al caso, de sus preferencias y especialidades, y de la resolución final del paciente. Pese a la falta de consenso unificado actual, las indicaciones a las que hemos llegado como conclusión de esta revisión bibliográfica son las siguientes:

1. La primera opción de tratamiento en las fracturas del extremo proximal del húmero ha de ser la conservadora, especialmente en casos de fracturas mínimamente desplazadas, independientemente del número de fragmentos que presenten. También preferimos el tratamiento ortopédico en pacientes con notoria limitación previa, funcional u ósea. Cuando prevemos complicaciones, la demanda funcional es muy elevada o la fractura lo requiere, recurriremos al tratamiento quirúrgico en cualquiera de sus modalidades. En caso de que el paciente, pese tener alta probabilidad de presentar complicaciones, no pueda enfrentarse a la cirugía, el tratamiento conservador es su única opción.
2. La reducción indirecta con fijación percutánea empleando agujas de Kirschner la reservaremos exclusivamente para fracturas de dos y tres fragmentos en pacientes jóvenes. Puede recurrirse a ellas, sin embargo, en casos de politrauma que requieran la fijación, pero deban evitar la pérdida de más sangre y el daño a sus tejidos.

3. El enclavado medular ha de reservarse para fracturas de dos y de tres fragmentos, si la tuberosidad mayor está bien reducida. Se discute si, acompañando el clavo con bandas de tensión o agujas, pueda emplearse para fracturas de mayor complejidad. Por las adaptaciones técnicas recientes, es una opción en auge para pacientes osteoporóticos.
4. La reducción abierta y fijación interna con placa y tornillos se ha de emplear en situaciones que requieran, inexcusablemente, la reducción abierta de los fragmentos de la fractura, ya sean dos, tres o cuatro. Puede emplearse junto a injertos óseos, si lo requiere el caso; o como rescate de alguna de las opciones de tratamiento previas. El abordaje más agresivo y la necesidad de un mínimo de calidad ósea pueden limitar esta modalidad de tratamiento a pacientes jóvenes.
5. La hemiartroplastia ha de emplearse como rescate ante fracasos de otras modalidades de tratamiento, o como primera opción en casos de fracturas de cuatro fragmentos y comminutas, con gran afectación articular, mala calidad ósea y, sin embargo, buena calidad de vida del paciente. Su uso está decreciendo a favor de la artroplastia inversa.
6. La artroplastia inversa comparte un gran número de indicaciones con la hemiartroplastia, ampliando su abanico de posibilidades a fracturas en las que la hemiartroplastia falle, haya daño extenso al manguito rotador, el daño articular sea irreparable, y también en casos de pacientes que no vayan a tolerar una inmovilización extensa ni una rehabilitación exigente. Se puede emplear, además, como rescate ante hemiartroplastias fallidas. Por todo esto, se encuentra en auge, pese a no existir guías que indiquen cuál de las sustituciones protésicas emplear.

Al final, podemos representar más concisamente un algoritmo que resume las conclusiones, pudiendo guiar la perspectiva inicial de tratamiento en las fracturas del extremo proximal del húmero:



## DISCUSIÓN

Toda publicación es susceptible de ser mejorada posteriormente por otras que la sucedan. Para lograrlo, hemos de localizar los puntos débiles de las publicaciones que ya existen y tratar de solventarlos.

En nuestro caso, el principal es la ausencia de sistematización a la hora de recoger evidencia, que, aunque hemos tratado de atajarla consultando trabajos previos de calidad, ni se ha buscado desde el planteamiento ni se ha conseguido. Muchas otras publicaciones, aun persiguiendo esa sistematización en la búsqueda de información y ese nivel de evidencia que de ella deriva, no logran crear unas guías de tratamiento

sólidas, por no contar con ensayos clínicos con el suficiente número de pacientes y de tratamientos estudiados. Requeriríamos el suficiente número de fracturas de cada categoría de las distintas clasificaciones, sujeto a las diferentes modalidades terapéuticas aplicables en cada caso, para poder crear una guía sólida a la que atenernos.

Por otro lado, el éxito del tratamiento de la fractura de húmero proximal es difícil de evaluar en términos de funcionalidad y satisfacción del paciente, a los que recurren muchos de los estudios actuales, por el simple hecho de su subjetividad. Otro grado de dificultad a la hora de estudiar esos tratamientos es la diferencia de técnicas y experiencia necesarias, que varían entre especialistas. Para un estudio como el supuesto previamente, no bastaría con un único cirujano planteando las opciones de tratamiento y llevándolas a cabo, lo que lo hace, de nuevo inviable.

Otro aspecto notorio en el que puede mejorar el tratamiento de las fracturas de húmero proximal es el que se refiere al diagnóstico y a la clasificación de las mismas. Aunque este trabajo no intenta decantarse por un único sistema de clasificación de las fracturas de húmero proximal, sí que deja patente, ya en la introducción, que las diferencias entre los sistemas empleados sólo suponen una barrera más a la hora de integrar el tratamiento de las fracturas de húmero proximal en una guía única.

La toma de datos que hemos realizado implica integrar esos tres sistemas, que se emplean indiferentemente en los trabajos consultados. Esta dificultad añadida es un factor distractivo más. En este trabajo, hemos preferido asumirlo frente a descartar publicaciones por no emplear un sistema de los tres expuestos.

Otras publicaciones posteriores quizás deberían, apoyadas por los valores *kappa* intra e interobservador, elegir únicamente uno de las clasificaciones; o traducir a uno de ellos todos los estudios que empleen. Estas dos opciones implican, respectivamente, eliminar un número elevado de publicaciones fiables, o un sobreesfuerzo importante que, además, puede acompañarse de error. Aun con todo, en conclusión, el uso universal de una clasificación sería una ayuda para estudios posteriores que quieran determinar unas pautas más fiables respecto al tratamiento de las fracturas del extremo proximal del húmero.

Por último, gran número de las publicaciones analizadas no diferencian tasas de éxito de los tratamientos en función de variaciones anatómicas de los pacientes, lo cual puede ser un punto de estudio interesante para el futuro. Sí desglosan, en ocasiones, tasas de éxito variables en función de distintos modelos de sujeción, fijación interna y prótesis, pero el número, quizás excesivo, de distintas opciones dentro de cada modalidad de tratamiento puede resultar un factor confusional adicional.

## METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA

La búsqueda de artículos relacionados con el estudio ha tenido lugar antes del 22 de febrero de 2019. Todos aquellos incluidos en la introducción, por no ser relativos al cuerpo del trabajo, han sido obtenidos sin criterios más allá de la temporalidad (han de ser lo más actualizados posible) y la relevancia al trabajo. Se han listado convenientemente en la bibliografía y se corresponden a hallazgos ocasionales, consultas a tratados específicos y recomendaciones por parte del director del trabajo.

Encarando ya el cuerpo del trabajo, los artículos han sido seleccionados buscando en *PubMed* y la biblioteca *Cochrane*, por la ingente base de datos que representa la primera, y por la calidad de la evidencia que recoge la segunda. Se ha empleado exclusivamente el inglés como idioma de búsqueda, por resultar universal en el mundo científico. Sin embargo, no nos cerraremos ante hallazgos ocasionales en otros idiomas accesibles, como el español o el francés.

Temporalmente, nos centraremos en los artículos más recientes, teniendo el grueso de la búsqueda fechas posteriores al año 2000. Puntualmente, ciertos artículos han supuesto que tengamos que saltarnos ese criterio temporal, pero su impacto justifica esta leve transgresión. El uso, además, de otras publicaciones que no encajen en el criterio de artículos será asumido, como ciertas monografías o títulos que se especialicen en el tema elegido. Sin embargo, daremos prioridad a publicaciones recientes y con un mayor nivel de evidencia, decantándonos por meta análisis y ensayos clínicos siempre que sea posible y recurriendo a publicaciones con menor nivel de evidencia con reticencia creciente. Rechazaremos de forma contundente publicaciones con conflictos de interés, y de forma menos agresiva aquellos que no sean aplicables en nuestra población diana.

Los términos de búsqueda que emplearemos serán:

- *Fracture*
- *Proximal humerus*
- *Humeral head*
- *Management*
- *Treatment*
- *Procedure*
- *Osteosynthesis*

- *Nonoperative*
- *Conservative*
- *Surgery*
- *Operation*
- *Fixation*
- *Kirschner wire*
- *Percutaneous fixation*
- *Intramedullary nail*
- *Locking plate*
- *Hemiarthroplasty*
- *Reverse shoulder arthroplasty*

Serán empleados en ocasiones de manera intercambiable entre sí, además de permitiendo, como opción de búsqueda, las variaciones de las terminaciones de ciertas palabras (como la que ocurre de *humerus a humeral*).

Cualquier publicación incluida en la bibliografía que escape a los criterios descritos ha sido o bien encontrada por aparecer sugerida al acceder a otra publicación por criterios de la web consultada y resultar aplicable pese a no encajar en la búsqueda, o bien por sugerencia expresa del director del trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. David R. Lambert JTH. Netter's Clinical Anatomy. 2006.<sup>a</sup> ed. Vol. 1. Barcelona: Masson; 2006. 666 p.
2. Atlas de Anatomía Humana. 5.<sup>a</sup> ed. Vol. 1. Barcelona: Masson; 2011. 532 p.
3. Adam W. M. Mitchell, A. Wayne Vogl, Richard L. Drake. Gray's Basic Anatomy. Vol. 1. Philadelphia: Elsevier; 2012.
4. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. Injury. agosto de 2006;37(8):691-7.
5. 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. diciembre de 2017;26(12):2117-24.
6. Launonen AP, Lepola V, Saranko A, Flinkkilä T, Laitinen M, Mattila VM. Epidemiology of proximal humerus fractures. Arch Osteoporos. 2015;10:209.
7. Carbone S, Mezzoprete R, Papalia M, Arceri V, Carbone A, Gumina S. Radiographic patterns of osteoporotic proximal humerus fractures. Eur J Radiol. marzo de 2018;100:43-8.
8. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. J Bone Joint Surg Am. septiembre de 1970;52(6):1077-89.
9. Neer CS. Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. J Shoulder Elbow Surg. agosto de 2002;11(4):389-400.

10. Fracture and dislocation compendium. Orthopaedic Trauma Association Committee for Coding and Classification. *J Orthop Trauma*. 1996;10 Suppl 1:v-ix, 1-154.
11. Müller ME, Nazarian S. [Classification of fractures of the femur and its use in the A.O. index (author's transl)]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1981;67(3):297-309.
12. Kellam JF, Meinberg EG, Agel J, Karam MD, Roberts CS. Introduction: Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018: International Comprehensive Classification of Fractures and Dislocations Committee. *J Orthop Trauma*. enero de 2018;32 Suppl 1:S1-10.
13. Humerus. *J Orthop Trauma*. enero de 2018;32 Suppl 1:S11-20.
14. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. marzo de 1977;33(1):159-74.
15. Bernstein J, Adler LM, Blank JE, Dalsey RM, Williams GR, Iannotti JP. Evaluation of the Neer system of classification of proximal humeral fractures with computerized tomographic scans and plain radiographs. *J Bone Joint Surg Am*. septiembre de 1996;78(9):1371-5.
16. Sjödén GO, Movin T, Güntner P, Aspelin P, Ahrengart L, Ersmark H, et al. Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures. Additional CT of minor value. *Acta Orthop Scand*. junio de 1997;68(3):239-42.
17. Siebenrock KA, Gerber C. The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. diciembre de 1993;75(12):1751-5.
18. Kristiansen B, Andersen UL, Olsen CA, Varmarken JE. The Neer classification of fractures of the proximal humerus. An assessment of interobserver variation. *Skeletal Radiol*. 1988;17(6):420-2.
19. Brorson S, Bagger J, Sylvest A, Hrøbjartsson A, Høbjartsson A. Improved interobserver variation after training of doctors in the Neer system. A randomised trial. *J Bone Joint Surg Br*. septiembre de 2002;84(7):950-4.
20. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*. agosto de 2004;13(4):427-33.
21. Sukthankar AV, Leonello DT, Hertel RW, Ding GS, Sandow MJ. A comprehensive classification of proximal humeral fractures: HGLS system. *J Shoulder Elbow Surg*. julio de 2013;22(7):e1-6.
22. Majed A, Macleod I, Bull AMJ, Zyro K, Resch H, Hertel R, et al. Proximal humeral fracture classification systems revisited. *J Shoulder Elbow Surg*. octubre de 2011;20(7):1125-32.
23. Iordens GIT, Mahabier KC, Buisman FE, Schep NWL, Muradin GSR, Beenen LFM, et al. The reliability and reproducibility of the Hertel classification for comminuted proximal humeral fractures compared with the Neer classification. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc*. septiembre de 2016;21(5):596-602.
24. Carofino BC, Leopold SS. Classifications in brief: the Neer classification for proximal humerus fractures. *Clin Orthop*. enero de 2013;471(1):39-43.
25. Epstein O MB BCh FRCP, Epstein O MB BCh FRCP. Clinical Examination. [Internet]. Elsevier; 2008 [citado 18 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1721267>
26. Egol KA, Koval KJ, Zuckerman JD, Ovid Technologies I. Handbook of fractures [Internet]. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015 [citado 18 de

- febrero de 2019]. Disponible en:  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1473077>
27. Rodríguez Merchán EC, Sperling JW. Fracturas del húmero proximal. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2004.
  28. Brunner A, Honigmann P, Treumann T, Babst R. The impact of stereo-visualisation of three-dimensional CT datasets on the inter- and intraobserver reliability of the AO/OTA and Neer classifications in the assessment of fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* junio de 2009;91(6):766-71.
  29. Limb D. (i) Fractures of the proximal humerus: general considerations and nonoperative management. *Orthop Trauma.* 1 de junio de 2013;27(3):131-7.
  30. Handoll HH, Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 2015 [citado 25 de febrero de 2019];(11). Disponible en:  
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD000434.pub4/abstract>
  31. Bell J-E, Leung BC, Spratt KF, Koval KJ, Weinstein JD, Goodman DC, et al. Trends and variation in incidence, surgical treatment, and repeat surgery of proximal humeral fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am.* 19 de enero de 2011;93(2):121-31.
  32. Huttunen TT, Launonen AP, Pihlajamäki H, Kannus P, Mattila VM. Trends in the surgical treatment of proximal humeral fractures - a nationwide 23-year study in Finland. *BMC Musculoskelet Disord.* 29 de diciembre de 2012;13:261.
  33. Mellstrand Navarro C, Brolund A, Ekholm C, Heintz E, Hoxha Ekström E, Josefsson PO, et al. Treatment of humerus fractures in the elderly: A systematic review covering effectiveness, safety, economic aspects and evolution of practice. *PloS One.* 2018;13(12):e0207815.
  34. Launonen AP, Lepola V, Flinkkilä T, Laitinen M, Paavola M, Malmivaara A. Treatment of proximal humerus fractures in the elderly: a systemic review of 409 patients. *Acta Orthop.* junio de 2015;86(3):280-5.
  35. Sabharwal S, Patel NK, Griffiths D, Athanasiou T, Gupte CM, Reilly P. Trials based on specific fracture configuration and surgical procedures likely to be more relevant for decision making in the management of fractures of the proximal humerus: Findings of a meta-analysis. *Bone Jt Res.* octubre de 2016;5(10):470-80.
  36. Okike K, Lee OC, Makanji H, Harris MB, Vrahas MS. Factors associated with the decision for operative versus non-operative treatment of displaced proximal humerus fractures in the elderly. *Injury.* abril de 2013;44(4):448-55.
  37. Kristiansen B, Angermann P, Larsen TK. Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1989;108(6):339-41.
  38. Lefevre-Colau MM, Babinet A, Fayad F, Fermanian J, Anract P, Roren A, et al. Immediate mobilization compared with conventional immobilization for the impacted nonoperatively treated proximal humeral fracture. A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* diciembre de 2007;89(12):2582-90.
  39. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD. Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* febrero de 1997;79(2):203-7.

40. Darder A, Darder A, Sanchis V, Gastaldi E, Gomar F. Four-part displaced proximal humeral fractures: operative treatment using Kirschner wires and a tension band. *J Orthop Trauma*. 1993;7(6):497-505.
41. Brunner A, Weller K, Thormann S, Jöckel J-A, Babst R. Closed reduction and minimally invasive percutaneous fixation of proximal humerus fractures using the Humerusblock. *J Orthop Trauma*. julio de 2010;24(7):407-13.
42. Pientka WF, Bates CM, Webb BG. Asymptomatic Migration of a Kirschner Wire from the Proximal Aspect of the Humerus to the Thoracic Cavity: A Case Report. *JBJS Case Connect*. septiembre de 2016;6(3):e77.
43. Khodadadyan-Klostermann C, Raschke M, Fontes R, Melcher I, Sossan A, Bagchi K, et al. Treatment of complex proximal humeral fractures with minimally invasive fixation of the humeral head combined with flexible intramedullary wire fixation - introduction of a new treatment concept. *Langenbecks Arch Surg*. julio de 2002;387(3-4):153-60.
44. Resch H, Povacz P, Fröhlich R, Wambacher M. Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*. marzo de 1997;79(2):295-300.
45. Karataglis D, Stavridis SI, Petsatodis G, Papadopoulos P, Christodoulou A. New trends in fixation of proximal humeral fractures: a review. *Injury*. abril de 2011;42(4):330-8.
46. Gumina S, Candela V, Giannicola G, Orsina L, Passaretti D, Villani C. Complex humeral head fractures treated with blocked threaded wires: maintenance of the reduction and clinical results with two different fixation constructs. *J Shoulder Elbow Surg*. enero de 2019;28(1):36-41.
47. Verbeek PA, van den Akker-Scheek I, Wendt KW, Diercks RL. Hemiarthroplasty versus angle-stable locking compression plate osteosynthesis in the treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disord*. 9 de febrero de 2012;13:16.
48. Molé D, Wein F, Dézaly C, Valenti P, Sirveaux F. Surgical Technique: The Anterosuperior Approach for Reverse Shoulder Arthroplasty. *Clin Orthop*. septiembre de 2011;469(9):2461-8.
49. Pogliacomi F, Devecchi A, Costantino C, Vaienti E. Functional long-term outcome of the shoulder after antegrade intramedullary nailing in humeral diaphyseal fractures. *Chir Organi Mov*. mayo de 2008;92(1):11-6.
50. Mihara K, Tsutsui H, Suzuki K, Makiuchi D, Nishinaka N, Yamaguchi K. New intramedullary nail for the surgical neck fracture of the proximal humerus in elderly patients. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc*. enero de 2008;13(1):56-61.
51. Sirveaux F, Roche O, Molé D. Shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fracture. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. octubre de 2010;96(6):683-94.
52. Bastian JD, Hertel R. Osteosynthesis and hemiarthroplasty of fractures of the proximal humerus: outcomes in a consecutive case series. *J Shoulder Elbow Surg*. abril de 2009;18(2):216-9.
53. Ferrel JR, Trinh TQ, Fischer RA. Reverse total shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty for proximal humeral fractures: a systematic review. *J Orthop Trauma*. enero de 2015;29(1):60-8.
54. Young SW, Segal BS, Turner PC, Poon PC. Comparison of functional outcomes of reverse shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty in the primary

- treatment of acute proximal humerus fracture. ANZ J Surg. noviembre de 2010;80(11):789-93.
55. Wang J, Zhu Y, Zhang F, Chen W, Tian Y, Zhang Y. Meta-analysis suggests that reverse shoulder arthroplasty in proximal humerus fractures is a better option than hemiarthroplasty in the elderly. Int Orthop. marzo de 2016;40(3):531-9.
56. Cuff DJ, Pupello DR. Comparison of hemiarthroplasty and reverse shoulder arthroplasty for the treatment of proximal humeral fractures in elderly patients. J Bone Joint Surg Am. 20 de noviembre de 2013;95(22):2050-5.