

Fracturas diafisarias y distales del húmero

Frank A. Liporace, MD

I. Fracturas diafisarias del húmero

A. Epidemiología

1. Las fracturas del húmero suponen el 3% del total de las fracturas; las más frecuentes se dan en el tercio medio del hueso.
2. La distribución por edades es bimodal; la incidencia máxima en varones se da en la tercera década de la vida, y en mujeres, en la séptima.
3. Las causas más frecuentes en jóvenes son los traumatismos a alta energía. Los accidentes de baja energía son las causas más frecuentes en las personas mayores.

B. Anatomía

1. La anatomía del húmero es variable en sus diferentes segmentos (**Figura 1**).
 - a. La diáfisis generalmente es cilíndrica y es el punto de origen y de inserción de los músculos pectorales, deltoides, bíceps, coracobraquial, braquial anterior y tríceps.
 - b. Estas inserciones y orígenes determinan el desplazamiento de los fragmentos principales en las fracturas.
 - c. Distalmente el húmero se hace triangular y su canal intramedular termina aproximadamente a 2-3 cm por encima de la fosa olecraniana.
 - d. Hay tabiques internos y externos que delimitan los compartimentos posterior y anterior del brazo.
2. Las principales estructuras vasculonerviosas del brazo y el antebrazo atraviesan los tejidos blandos

que rodean el húmero. Por detrás, el canal espiral alberga el nervio radial. Éste se localiza aproximadamente 14 cm por encima de la superficie articular del cóndilo y 20 cm por encima de la superficie articular de la tróclea, justo detrás de la tuberosidad deltoidea.

C. Vías de abordaje quirúrgico

1. Vía anterolateral: puede ser ampliable, pero se utiliza normalmente para abordar las fracturas de los tercios proximal y medio de la diáfisis del húmero.

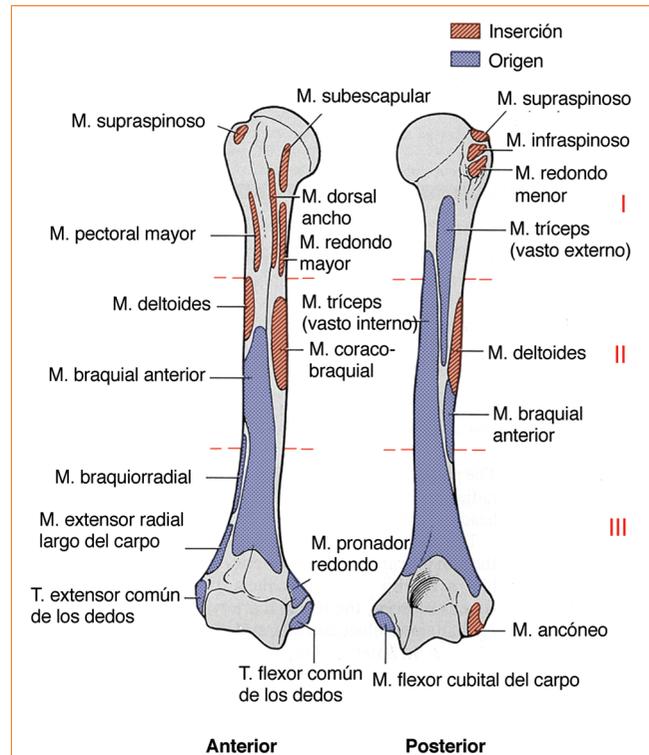


Figura 1 Ilustraciones que muestran la diáfisis del húmero y su división en tres zonas (I, II y III). M: músculo; T: tendón. (Adaptada con la debida autorización de Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, eds: *Skeletal Trauma*, ed 2. Philadelphia, PA, WB Saunders, 2002, p 1524.)

El Dr. Liporace o alguno de sus familiares inmediatos ha recibido regalías de DePuy; es miembro de la oficina de oradores o ha recibido trato de favor de DePuy, Synthes, Smith&Nephew, y Stryker; ha servido como consultor no pagado de AO; y ha recibido soporte institucional de Synthes, Smith&Nephew, y Acumed.

- a. El nervio radial se identifica entre los músculos braquial anterior y braquiorradial y su trayecto se comprueba en dirección proximal atravesando el tabique intermuscular.
 - b. Se divide el músculo braquial anterior (inervado por los nervios radial y musculocutáneo) para preservar su doble inervación y proteger el nervio radial al retraer el paquete muscular.
2. Vía posterior: es la más útil para abordar los dos tercios distales de la diáfisis, desde la inserción del deltoides hacia abajo. La ampliación proximal de esta vía de abordaje hacia el hombro está limitada por el músculo deltoides.
 - a. Por esta vía se topa con el nervio radial en su trayecto por el canal espiral. Para evitarlo, se aprovecha el espacio entre las cabezas externa y larga del tríceps, elevando la interna (más profunda) y separándola de la cara posterior de la diáfisis.
 - b. El nervio cubital surge profundamente en situación medial hacia la cabeza interna del tríceps. Su trayecto distal discurre por el túnel cubital. Se puede palpar a lo largo de la cabeza interna del tríceps hasta el tercio distal del húmero.
 - c. El nervio radial con la incisión posterior se identifica aproximadamente a 4 cm proximal a la confluencia de las tres cabezas del tríceps y puede usarse como punto de referencia para la separación de este músculo.
 - d. Otra alternativa con la vía de abordaje posterior es identificar una rama del nervio radial (nervio cutaneobraquial externo inferior) por fuera de la cara posterior del tabique intermuscular, usándolo como punto de referencia para elevar el tríceps de fuera adentro, lo que permite exponer hasta el 94% del húmero por la vía posterior.
 3. Otras vías de abordaje: se han descrito las vías de abordaje percutánea, anterior, anterointerna y lateral directa, cuya utilización se decide en base a consideraciones estéticas, la presencia de otras lesiones (p. ej., la necesidad de reparación vascular simultánea) o si hacen falta otras vías de abordaje para las lesiones asociadas.
- D. Mecanismos y lesiones asociadas
1. Las fracturas del húmero distal pueden deberse a traumatismos a energías tanto altas como bajas. Los huesos de los pacientes con osteoporosis u osteopenia tienen pobre densidad mineral y se necesita menos fuerza para fracturarlos (p. ej., en una caída sobre las posaderas).
 2. Las fuerzas que causan las fracturas de húmero pueden ser de torsión, de flexión, axiales o combinaciones de ellas. También pueden causarlas los impactos directos y las lesiones por estallido (p. ej., heridas por arma de fuego).
 3. Como cualquier fractura de un hueso largo, las de húmero pueden verse acompañadas de fracturas o luxaciones de las articulaciones proximales o distales; por eso es necesario practicar un estudio radiológico completo de la totalidad del hueso incluyendo las articulaciones situadas por encima y por debajo.
 4. En los traumatismos a energías altas, hay que sacar placas también del antebrazo y de la muñeca para descartar fracturas asociadas del antebrazo (como el “codo flotante”).
- E. Valoración clínica
1. Los pacientes presentan dolor, tumefacción y deformación del brazo (casi siempre acortamiento y desviación en varo).
 2. El tipo de fractura está relacionado con el mecanismo de la lesión y con la calidad del hueso. Por ello, es importante interrogar a fondo al paciente para descartar otros procesos patológicos, que requerirían estudio específico.
 3. Es importante la exploración neurovascular sistémica, pues no es infrecuente encontrar lesiones asociadas de los nervios radial (fracturas de la diáfisis distal) y cubital (fracturas articulares).
- F. Estudios radiológicos
1. Debe obtenerse la serie habitual de radiografías anteroposteriores y laterales.
 2. Para obtener la proyección transtorácica lateral, es importante girar al paciente para evitar la rotación del fragmento distal y un empeoramiento las lesiones de los tejidos blandos o los nervios.
 3. La serie radiográfica debe incluir el hombro y el codo (las articulaciones proximal y distal), para descartar lesiones asociadas.
 4. Las radiografías con tracción de las fracturas intraarticulares pueden ayudar a planear la operación en las fracturas conminutas que reúnen los criterios de indicación quirúrgica.
 5. Pueden tomarse en consideración estudios de imagen sofisticados sólo en los casos de lesiones intraarticulares concomitantes o cuando se sospecha un proceso patológico por la historia clínica o las radiografías iniciales.
- G. Clasificación: Se han usado varios sistemas de clasificación de las fracturas de la diáfisis del húmero.
1. El sistema de clasificación de la Orthopaedic Trauma Association (OTA) utiliza una combinación de números y letras para describir las características de las fracturas: número asignado al hueso (húmero = 1); localización en dicho hueso (diáfisis = 2); tipo de fractura (simple = A; en cuña = B; compleja = C); y gravedad (de 1 a 3) (**Figura 2**).
 2. La clasificación descriptiva se basa en la situación de la fractura en relación con el pectoral y el

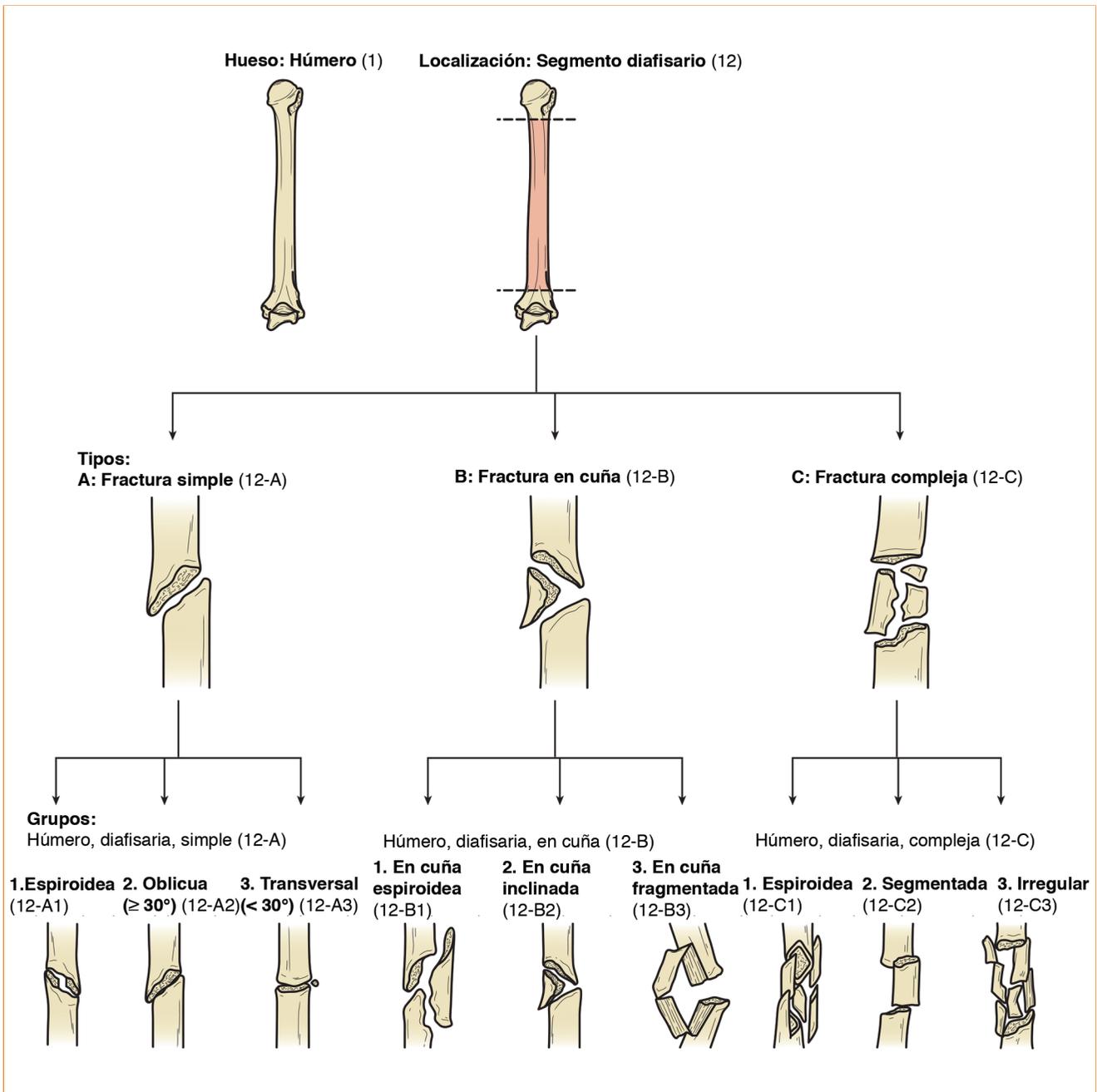


Figura 2 Diagrama de la clasificación de la Orthopaedic Trauma Association (OTA) de las fracturas de la diáfisis del húmero.

deltoides. Aporta información sobre la dirección relativa de la fractura y el desplazamiento de los principales fragmentos fracturados.

3. La clasificación basada en las características de la fractura (transversal, oblicua, espiroidea, segmentada, conminuta) (Figura 3) puede ayudar a decidir el tratamiento.

H. Tratamiento no quirúrgico

1. Es el tratamiento de elección para la mayoría de las fracturas diafisarias del húmero. En una serie de 922 pacientes se encontró que el tratamiento cerrado con una

férula funcional conseguía tasas de consolidación de las fracturas superiores al 98% en las fracturas cerradas y de más del 94% en las abiertas; el 98% de los pacientes quedaron con menos de 25° de angulación y con menos de 25° de limitación del movimiento del hombro en el momento retirar la férula.

2. El tratamiento cerrado comprende el enyesado inicial para la coaptación y la aplicación de una férula funcional o un cabestrillo.
 - a. El yeso de coaptación se mantiene 7-10 días, para luego aplicar la férula de fractura en la propia consulta.

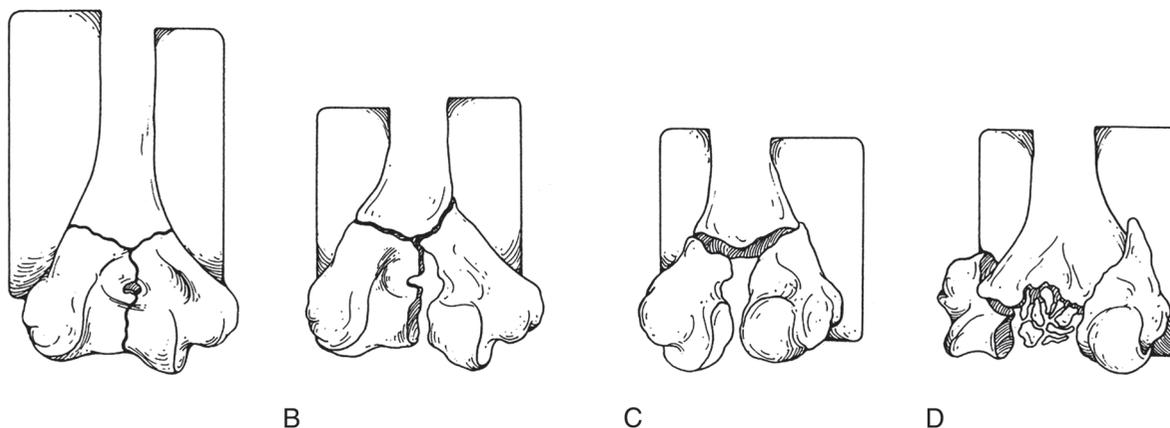


Figura 3 Ilustraciones de los tipos de fracturas intercondíleas. **A**, Tipo I: fractura condílea del codo no desplazada. **B**, Tipo II: fractura condílea en T desplazada pero no rotada. **C**, Tipo III: fractura condílea en T desplazada y rotada. **D**, Tipo IV: Fractura condílea desplazada, rotada y conminuta. (Reproducida con la debida autorización de la Mayo Foundation for Medical Education and Research, Rochester, Minnesota, Estados Unidos.)

Tabla 1

Indicaciones de tratamiento quirúrgico en la fracturas de la diáfisis del húmero

Indicaciones absolutas	Indicaciones relativas
Lesión vascular concomitante	Paciente politraumatizado
Afectación importante de los tejidos blandos	Lesión simultánea de la cabeza humeral
Fracturas abiertas	Imposibilidad de mantener la reducción aceptable por técnicas cerradas
Codo flotante	Fracturas segmentadas
Lesiones asociadas de la articulación humeral con desplazamiento	Fracturas transversas u oblicuas cortas en un deportista joven
Fracturas patológicas	

- b. Las primeras tres semanas hay que hacer radiografías semanales para comprobar que la reducción se mantiene correctamente; pasado dicho período se practican cada 3-4 semanas.
- c. Ya desde el mismo momento de aplicación de la férula se indica al paciente que haga ejercicios pendulares de movilidad del hombro. También se insiste en que practique ejercicios isométricos de bíceps, tríceps y deltoides, así como movimientos activos de mano y muñeca.
- d. El propio paciente, con la instrucción correspondiente, puede ajustar la tensión de la férula dos veces por semana; se recomienda que duerma en posición semisentada las primeras 4-6 semanas tras el accidente.
- e. La férula se mantiene 10-12 semanas, hasta que no haya dolor a la palpación en la zona de fractura, puedan moverse el hombro y el codo 90° sin dolor y en las radiografías se aprecie

callo consolidado en tres de las cuatro corticales.

- 3. Los cabestrillos se aplican en las fracturas oblicuas, espiroideas y transversales con acortamiento. El cabestrillo debe abarcar hasta más de 2 cm proximales a la fractura, el codo (a 90° de flexión) y la muñeca; el antebrazo debe quedar en posición neutra. Para contribuir a la alineación se añaden cinchas de refuerzo alrededor de la parte correspondiente al antebrazo.
 - 4. No hay acuerdo sobre el grado de alineación adecuado que se debe conseguir; se han propuesto como valores aceptables 20° de angulación anterior o posterior del ápex y 30° de angulación en varo o valgo, 15° de malrotación y 3 cm de acortamiento.
 - 5. En una revisión reciente, no se encontraron estudios aleatorizados publicados de comparación de los resultados conseguidos con la intervención quirúrgica o el tratamiento conservador en las fracturas de la diáfisis del húmero.
- I. Tratamiento quirúrgico
- 1. Las indicaciones absolutas y relativas del tratamiento quirúrgico se recogen en la **Tabla 1**.
 - 2. Resultados: las tasas de infección en las fracturas abiertas son del 12% sin fijación y del 10,8% con fijación.
 - 3. Técnicas quirúrgicas.
 - a. Reducción abierta y fijación con placa.
 - Es el tratamiento quirúrgico más empleado para las fracturas diafisarias del húmero.
 - Las construcciones de placa y tornillos tienen tasas de consolidación de hasta el 94%, con baja incidencia de infección (del

0% al 6%) y de lesiones iatrogénicas de los nervios (del 0% al 5%); también permiten al paciente politraumatizado cargar peso o llevar muletas con la extremidad operada.

- Suelen utilizarse placas convencionales anchas de 4,5 mm y tres o cuatro tornillos en cada lado para mantener la estabilidad axial y torsional.
- Para mejorar la resistencia a la incurvación, cuando se aplica una placa larga los tornillos se disponen “cerca-cerca” y “lejos-lejos” respecto al lugar de la fractura.
- Las placas bloqueadas han mostrado mejorar la estabilidad y la resistencia a la torsión en huesos osteoporóticos.

b. Enclavamiento intramedular.

- Algunos autores lo defienden como alternativa a la fijación con placa.
- Originalmente se usaron clavos flexibles sin fresado insertados en sentido anterógrado o retrógrado, pero los nuevos clavos bloqueados se han hecho más comunes y permiten mejor control de la rotación.
- Los clavos intramedulares pueden ser útiles en pacientes médicamente inestables para evitar operaciones largas, en fracturas segmentadas, en el paciente politraumatizado para minimizar los cambios de postura y en las fracturas patológicas.
- Los clavos intramedulares soportan cargas axial y de acodamiento mayores que las placas, si bien las placas en las fracturas de húmero han demostrado que permiten cargar peso sin restricciones con tasas bajas de no consolidación o de consolidaciones viciosas.
- Con el enclavamiento intramedular de las fracturas del húmero es frecuente el dolor del hombro residual; también hay riesgo de lesionar las estructuras vasculonerviosas al acerrojar los clavos distalmente.
- En un metaanálisis reciente en el que se compararon los tratamientos de las fracturas diafisarias del húmero con enclavamiento o mediante placas se encontró que las placas, necesitaban menos reintervenciones, tenían tasas menores de no consolidación y daban lugar a menos problemas de hombro.
- En una revisión retrospectiva reciente del enclavamiento intramedular comparado con la inserción de placas, no se encontraron diferencias significativas en lo relativo a la consolidación de las fracturas o las complicaciones neurológicas. Los pacientes tratados con enclavamiento intramedular

tenían significativamente más problemas de dolor limitante, impedimentos funcionales y complicaciones postoperatorias.

- Cuando se utilizan clavos encajados, puede darse la circunstancia de que haya mayor discordancia entre el diámetro del clavo y su forma si su introducción se hace por vía retrógrada que si se utiliza la vía anterógrada y, por tanto, que sea necesario un fresado más extenso, lo que traería como consecuencias la debilitación del hueso y la posibilidad de fracturas supracondíleas.

c. Fijación externa.

- Indicaciones: la fijación externa por etapas está indicada si hay afectación importante de los tejidos blandos, defectos óseos, lesión vascular que debe repararse de inmediato, inestabilidad hemodinámica del paciente o no consolidaciones infectadas.
- Al aplicar el sistema de fijación externa debe cuidarse especialmente no lesionar las estructuras vasculonerviosas.
- La técnica habitual es abarcar la totalidad de la articulación del codo mediante dos pernos laterales colocados proximalmente a la fractura en la diáfisis humeral y otros dos en el cúbito o el radio, según haya o no fractura del antebrazo.
- Se prefiere utilizar el cúbito a este menester siempre que sea posible, por su ubicación subcutánea, el bajo riesgo de lesionar estructuras vasculonerviosas y la factibilidad de mantener el movimiento de pronación-supinación durante el período de fijación externa.
- Es preferible colocar los pernos humerales bajo visión directa, dada la variabilidad de los trayectos de los nervios en esa zona. También debe usarse la técnica abierta para los pernos distales si se colocan en el radio.

4. Recomendaciones prácticas quirúrgicas.

- Para evitar el dolor del hombro se ha recomendado que los clavos intramedulares se inserten a través de un punto de entrada anterior.
 - La división del espacio entre los tercios anterior y medio del deltoides y la incisión controlada a través del manguito de los rotadores abren un camino directo al canal intramedular y facilitan luego la sutura laterolateral de los tendones.
 - Debe recordarse que el canal humeral acaba 2-3 cm antes de la fosa olecraniana y que va estrechándose progresivamente en sentido distal, por lo que podrían provo-

carse separaciones de las fracturas al impactar el clavo.

- b. Cuando se inserten placas por vía posterior, hay que identificar el nervio radial.
 - El nervio radial puede localizarse mediante disección roma profunda en dirección al hueso aproximadamente a 4 cm por encima del borde proximal de la aponeurosis del tríceps.
 - Si es necesario, el nervio cubital puede localizarse partiendo del tabique intermuscular que separa los compartimentos posterior y anterior a unos 2-3 cm proximalmente a la epitroclea.

J. Rehabilitación

1. Las fracturas diafisarias del húmero tratadas no quirúrgicamente deben someterse a rehabilitación tal y como se describió anteriormente.
2. Las fracturas tratadas quirúrgicamente se inmovilizan durante 3-7 días para dejar tiempo a que se recuperen los tejidos blandos. A renglón seguido, se inician los movimientos activos y pasivos progresivos en el rango de movilidad del hombro, el codo, la muñeca y la mano.
3. Los ejercicios de fortalecimiento muscular pueden comenzar a las seis semanas de la operación, si la fractura se trató por métodos no quirúrgicos, cuando se vea callo de consolidación y no haya dolor ni inestabilidad en la zona de la fractura.

K. Complicaciones

1. Parálisis del nervio radial.

- a. Es frecuente que las fracturas del húmero se acompañen de parálisis del nervio radial, sea desde el momento del accidente, en los intentos de reducción cerrada o durante la intervención quirúrgica.
- b. En un metaanálisis reciente de 4.517 fracturas, se encontró un 11,8% de parálisis del nervio radial en el conjunto de las fracturas transversales y espiroideas, siendo las zonas media y mediodistal de la diáfisis del húmero las involucradas con más frecuencia.
 - En conjunto, la tasa de recuperación fue del 88,1%, independientemente de si la parálisis era primaria o iatrogénica.
 - Las tasas de recuperación fueron sustancialmente diferentes en las parálisis completas (77,6%) frente a las incompletas (98,2%) y entre las lesiones cerradas (97,1%) y las abiertas (85,7%).
 - El inicio de la recuperación espontánea era patente tras una media de 7,3 semanas; la recuperación completa se alcanzó a los 61 meses en promedio.

- Cuando hubo necesidad de explorar quirúrgicamente el nervio, se hizo a los 4,3 meses de media.
 - Sin contar con las fracturas abiertas, las lesiones vasculares, las fracturas segmentadas y el codo flotante, explorar quirúrgicamente el nervio precoz o tardíamente no supone diferencias en cuanto a las tasas de recuperación.
- c. Si hay alguna lesión nerviosa asociada en un paciente que no requiere tratamiento quirúrgico de la fractura, debe practicarse un estudio electromiográfico o de velocidad de conducción nerviosa a las seis semanas del accidente. Si la fractura precisa tratamiento quirúrgico, la exploración del nervio se hace en el momento de la intervención.
 - d. En las parálisis secundarias que tienen lugar durante las maniobras de reducción de la fractura, aún no está del todo claro si la cirugía mejora las tasas de recuperación en comparación con el tratamiento conservador. La exploración quirúrgica diferida debe plantearse si no hay signos de recuperación en los estudios electromiográfico o de velocidad de conducción nerviosa pasados 3-4 meses.
2. Las lesiones vasculares son raras; suelen estar producidas por traumatismos penetrantes (p. ej., accidentes industriales o heridas por arma de fuego). La revascularización debe emprenderse en las primeras seis horas.
 3. El enclavado humeral con clavos telescópicos supone riesgo de lesionar el nervio axilar en el extremo proximal y los nervios cutáneo lateral del antebrazo y mediano o la arteria humeral en el distal. El riesgo se minimiza con abordajes limitados y disección roma cuidadosa hasta llegar al hueso para asegurar los tornillos acoplados.
 4. Al usar la fresadora en una zona de fragmentación, es más aconsejable hacerla avanzar apagada mediante presión manual para evitar lesiones del nervio radial.
 5. Si hay disfunción del nervio radial antes de la intervención y se opta por practicar enclavamiento intramedular, es mejor una vía de abordaje abierta circunscrita para asegurar que la zona de fractura está libre de estructuras vasculonerviosas antes de introducir el clavo.
 6. No consolidación: aunque los porcentajes de consolidación son relativamente altos en las fracturas diafisarias del húmero, hay algunos casos de no consolidación.
 - a. Las posibles causas de no consolidación son la movilidad de la fractura, la pobre vascularización, la separación entre los fragmentos y la infección.

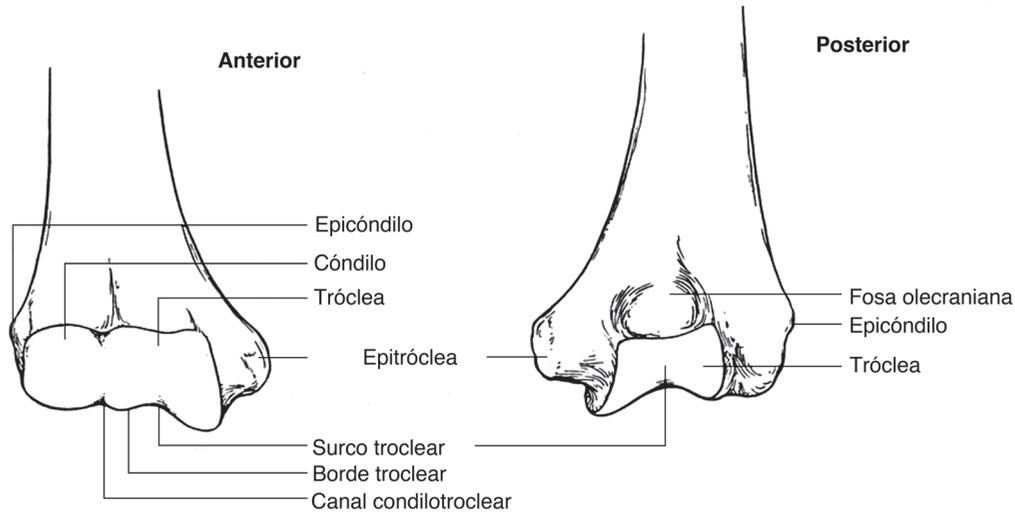


Figura 4 Ilustraciones que muestran la anatomía de la superficie articular distal del húmero vista por delante y por detrás. El canal condilotroclear separa ambas superficies articulares, la tróclea y el cóndilo. El borde lateral de la tróclea es fundamental para el análisis de las fracturas articulares humerales. En las fracturas de tipo I, el borde externo de la tróclea queda con el cóndilo intacto, lo que estabiliza el codo en sentido medial-lateral. En las fracturas de tipo II, el borde externo de la tróclea es parte de la fractura, lo que facilita que el radio y el cúbito se desplacen en sentido medial-lateral en relación con el eje longitudinal del húmero. (Reproducida con la debida autorización de Koval KJ, Zuckerman JD, eds: *Handbook of Fractures*, ed 2. Philadelphia, PA, Lippincott Williams and Wilkins, 2002, p 98.)

- b. En los pacientes con osteopenia u osteoporosis puede ser difícil conseguir una correcta estabilización con las placas de compresión habituales.
- 7. No consolidaciones infectadas.
 - a. La erradicación de la infección es importante para lograr la consolidación.
 - b. En ciertos casos de infecciones graves puede ser necesaria la fijación externa temporal o definitiva juntamente con resección de los tejidos afectados y el tratamiento antibiótico correspondiente.
 - c. Si es necesaria una resección amplia ante casos de no consolidaciones atróficas o infecciones, el máximo acortamiento de la extremidad tolerable es de 4 cm.
- 8. Se practican estudios de velocidad de conducción nerviosa hacia la sexta semana para orientar sobre el pronóstico y la gravedad de la lesión del nervio.
- 9. También se ha defendido la utilidad de la ecografía para el estudio de los nervios, pero su rendimiento diagnóstico depende mucho del observador y del equipo utilizado.
- 10. En un estudio retrospectivo multicéntrico reciente ,no se encontraron diferencias en cuanto al retardo hasta la consolidación o las tasas de infección, parálisis del nervio radial o rango de movilidad final conseguido entre los tratamientos conservadores o quirúrgicos de las fracturas diafisarias

del húmero, si bien las tasas de no consolidación (20,6% frente a 8,7%) y de consolidaciones viciosas (12,7% frente a 1,3%) fueron sustancialmente mayores en los pacientes tratados no quirúrgicamente.

II. Fracturas del húmero distal

A. Epidemiología

1. Las fracturas intercondíleas son el tipo más frecuente entre las fracturas del húmero distal.
2. Las fracturas del cóndilo humeral suponen aproximadamente el 1% de los traumatismos del codo.
3. Las fracturas de una de las dos carillas articulares (más frecuentes en el cóndilo que en la tróclea) suponen el 5% de las fracturas del húmero distal.

B. Anatomía (Figura 4)

1. El codo es una articulación encajonada de movilidad limitada. El cúbito gira alrededor del eje de la tróclea, cuya posición es en valgo relativo con rotación externa.
2. El cóndilo humeral se articula con la cabeza del radio y permite la rotación del antebrazo, pero no la flexión/extensión del codo. Por detrás, el cóndilo humeral no tiene articulación, lo que facilita la colocación de material de osteosíntesis en situación posterior distal.

Tabla 2

Clasificaciones descriptivas y anatómicas de las fracturas del húmero distal

Fracturas intraarticulares	Fracturas extraarticulares/intracapsulares	Fracturas extracapsulares
Fracturas de uno solo de los pilares Interno (alta/baja) Externo (alta/baja) Divergente	Fracturas transcolumnares altas Extensión Flexión Abducción Aducción	Epitróclea
Fracturas de los dos pilares En forma de T (alta/baja) En forma de Y En forma de H En forma de λ (medial/lateral)	Fracturas transcolumnares bajas Extensión Flexión	Epicóndilo
Fracturas del cóndilo		
Fracturas de la tróclea		

3. Medialmente, el ligamento colateral interno emerge de la superficie distal de la epitróclea. El nervio cubital va alojado en el túnel cubital en situación subcutánea.
4. Lateralmente, el ligamento colateral externo se origina en el epicóndilo más profundamente que el tendón del extensor común de los dedos.

C. Clasificación

1. Las clasificaciones de las fracturas del húmero distal han sido tradicionalmente descriptivas y se han basado en el número de pilares afectados y la localización de la fractura (supracondíleas, transcóndíleas, cóndíleas y bicondíleas; **Tabla 2**).
2. El sistema de clasificación de la OTA divide estas fracturas en tres tipos: tipo A (extraarticulares), tipo B (parcialmente articulares) y tipo C (completamente articulares).
 - a. Cada una de estas categorías se subdivide según el grado de fragmentación y su localización.
 - b. Se ha demostrado que la clasificación de la OTA tiene aceptable concordancia interobservadores independiente para los tipos de fractura (A, B y C), pero menor para los subtipos.

D. Vías de abordaje quirúrgico

1. Las fracturas extraarticulares y las parcialmente articulares se suelen abordar por vía posterior separando el tríceps o dejándolo de lado.
 - a. Para el abordaje por separación del tríceps, se practica una incisión posterior que se profundiza hasta el músculo, el cual se separa entre sus cabezas larga y externa y distalmente en su inserción cubital.
 - b. La otra opción es ladear el tríceps, lo que obliga a movilizar el nervio cubital y elevar todo el paquete extensor en bloque, yendo de dentro afuera.

- c. Otra posibilidad es el abordaje posterior preservando el tríceps. Para ello, debe separarse el tríceps de la parte posterior del húmero, desde la parte medial del tabique intermuscular hasta la lateral. Luego, se identifican y preservan el nervio cubital (medialmente) y el radial (lateral y proximalmente).
 - d. Con la vía de abordaje del mecanismo extensor se han visto en un estudio reciente arcos de movilidad media del codo de más de 100° y preservación del 90% de la potencia extensora del tríceps.
2. Las fracturas simples pueden estabilizarse casi siempre por una de estas vías usando tornillos de bloqueo solos o con placas antideslizantes.
 3. Para las fracturas aisladas del pilar externo o del cóndilo se puede utilizar la vía de abordaje de Kocher.
 - a. La incisión cutánea puede ser posterior o desde el epicóndilo hacia un punto situado 6 cm distal a la punta del olécranon. La incisión puede ampliarse en dirección proximal, si es necesario.
 - b. Para la exposición del cóndilo se utiliza el espacio entre el ancóneo y el extensor cubital del carpo (espacio de Kocher).
 4. Las fracturas completamente articulares pueden repararse por cualquiera de las vías de abordaje mencionadas si es factible conseguir la reducción y la fijación adecuadas de la articulación. Las fracturas articulares complejas requieren visualización directa a través de una osteotomía transolecránica.
 - a. Es necesario encontrar y liberar el nervio cubital antes de practicar la osteotomía olecránica. Ésta se hace en forma de V invertida en dirección distal en la zona libre de inserciones del olécranon.

- b. Algunos cirujanos taladran el cúbito proximal para insertar tornillos más largos antes de practicar la osteotomía del olécranon, con el fin de facilitar la fijación ulterior.
 - c. Tras completar la osteotomía, puede retraerse el mecanismo extensor en bloque en dirección proximal, lo que facilita la visualización de toda la zona distal del húmero.
 - d. La fijación de la osteotomía puede hacerse mediante agujas de Kirschner y cerclaje, un clavo intramedular largo fijado con pernos, una placa o dos tornillos de sujeción para fragmentos pequeños.
 - e. La osteotomía del olécranon puede dar problemas, entre ellos la no consolidación o las molestias por el material de osteosíntesis.
5. Los pacientes con fracturas abiertas del húmero distal tienen peor recuperación funcional y del rango de movilidad que los que padecen fracturas cerradas.
 6. Con independencia del método que se emplee, los objetivos de la fijación son conseguir la reducción anatómica de la articulación, estabilizar la fijación interna y permitir la movilidad precoz del codo.
 - a. En pacientes con segmentos perdidos o irreconstruibles de la superficie articular, debe evitarse a toda costa disminuir las dimensiones de la tróclea, para no limitar la capacidad de flexión y extensión.
 - b. Tras conseguir la reducción articular, es el momento de la fijación estable del extremo distal del componente metadiafisario restableciendo el eje mecánico.

E. Mecanismos de lesión

1. Las fracturas del húmero distal se deben a caídas a baja energía (comunes en los ancianos) o a traumatismos a alta energía con amplias fragmentaciones y extensión intraarticular (p. ej., heridas por arma de fuego, accidentes de tráfico, caídas desde alturas).
2. El grado de flexión del codo en el momento del impacto puede influir sobre el tipo de fractura que se producirá.
 - a. Las fracturas transcolumnares son consecuencia de cargas axiales directas sobre el antebrazo con el codo flexionado a 90°.
 - b. Con el codo en la misma posición pero con impactos directos se producen las fracturas del olécranon, acompañadas o no de fractura del húmero distal.
 - c. Con el codo a más de 90° de flexión puede devenir una fractura intercondílea.
 - d. Clínicamente puede tener una presentación similar a la tríada terrible del codo (lesión

del ligamento colateral interno, fractura de la apófisis coronoides y de la cabeza o el cuello del radio).

F. Valoración clínica

1. La presentación clínica típica es dolor e hinchazón del codo. Suelen verse también crepitación o inestabilidad manifiesta a la exploración del rango de movilidad del codo.
2. No deben hacerse muchas maniobras de movilidad, para no empeorar eventuales lesiones del paquete vasculonervioso.
3. La exploración neurovascular es imprescindible, pues todas las estructuras vasculonerviosas del antebrazo y de la mano atraviesan la zona de la lesión y los fragmentos de hueso puntiagudos pueden lesionar el nervio radial, el nervio cubital o la arteria humeral.
4. También es necesaria la exploración sistemática de los compartimentos si hay hinchazón marcada de la fosa cubital o en el paciente obnubilado, para que no se pase por alto un síndrome compartimental volar del antebrazo con la consiguiente contractura de Volkmann.

G. Estudios radiológicos

1. Se necesitan radiografías anteroposterior y lateral del húmero y del codo.
2. Si hay lesiones asociadas del codo, también hay que hacer radiografías del antebrazo y de la muñeca.
3. Son útiles para planear la intervención las radiografías con tracción, las oblicuas y la tomografía computarizada (TC).
4. En un estudio controlado reciente, se ha comparado la evaluación de las fracturas del húmero distal a base de TC bidimensional y radiografías simples comparada con la evaluación basada en la TC tridimensional. Esta última técnica mostró mejor concordancia intraobservador e interobservadores para los dos sistemas más utilizados de clasificación de estas fracturas.

H. Fracturas supracondíleas y fracturas de tipo A según la OTA distales a la metáfisis y extraarticulares

1. El tratamiento no quirúrgico se aplica solamente en fracturas no desplazadas o con mínimo desplazamiento o en fracturas conminutas en pacientes ancianos y de limitadas demandas funcionales.
 - a. Se aplica una férula durante 1-2 semanas antes de iniciar ejercicios en el rango de movilidad.
 - b. A la seis semanas, una vez constatada la consolidación, puede retirarse definitivamente la inmovilización.
 - c. Pueden ser aceptables pérdidas de hasta 20° del ángulo diafisario condíleo.

Tabla 3

Fracturas intercondíleas de los dos pilares del húmero distal

Tipo	Descripción
Fractura en forma de T alta	Una línea de fractura transversal separa ambos pilares en la fosa olecraniana o proximal a la misma
Fractura en forma de T baja	Similar a la fractura en forma de T alta excepto que el componente transversal incluye la fosa olecraniana, haciendo más difíciles el tratamiento y la fijación
Fractura en forma de Y	Una línea de fractura oblicua cruza ambos pilares y alcanza la fosa olecraniana extendiéndose en sentido vertical a la superficie articular
Fractura en forma de H	La tróclea queda como fragmento libre y está en riesgo de osteonecrosis. El pilar interno está fracturado por encima y por debajo de la epitróclea, mientras que la fractura del pilar externo tiene forma de T o de Y
Fractura en forma de λ medial	La línea de fractura más proximal acaba medialmente. Lateralmente, la línea de fractura es distal al epicóndilo, lo que deja un fragmento muy pequeño para la fijación en el lado externo
Fractura en forma de λ lateral	La línea de fractura más proximal acaba lateralmente. Medialmente, la línea de fractura es distal a la epitróclea, lo que deja un fragmento muy pequeño para la fijación en el lado interno
Fractura multiplanar	Representa una fractura en forma de T con líneas de fractura coronales añadidas

2. El tratamiento quirúrgico está indicado en la mayoría de las fracturas desplazadas y en las abiertas o las acompañadas de lesión vascular.

- La reducción abierta con fijación interna (RAFI) es el procedimiento habitual, colocando placas en los pilares interno y externo.
- Los estudios biomecánicos demuestran que las placas a 90-90 (interna y posteroexterna), las bicolunares (interna y externa) y las acerojadas son eficaces para estabilizar adecuadamente estas fracturas.

3. Los ejercicios en el rango de movilidad pueden iniciarse cuando lo permita el estado de los tejidos blandos.

I. Fracturas transcondíleas

- Epidemiología: las fracturas transcondíleas abarcan ambos pilares, están dentro de la cápsula articular y se ven característicamente en pacientes ancianos.
- Mecanismo de lesión: estas fracturas se dan con el codo en flexión o por una caída sobre la mano extendida con el brazo en abducción o aducción.
- Valoración clínica: no hay que pasar por alto la fractura de Posadas, que es una fractura transcondílea con desplazamiento anterior del fragmento distal y luxación de la cabeza del radio y del cúbito proximal del fragmento articular.
- Tratamiento.
 - Las recomendaciones acerca de los tratamientos no quirúrgico y quirúrgico son las mismas que las dictadas para las fracturas supracondíleas.

b. Cabe considerar la artroplastia total del codo en pacientes ancianos con fracturas muy distales y huesos débiles.

J. Fracturas intercondíleas (Figura 3)

- Epidemiología: las fracturas intercondíleas son las más frecuentes entre las del húmero distal; bastantes de ellas son conminutas.
- Clasificación.
 - Según la clasificación de la OTA, se trata de fracturas de tipo C.
 - En la **Tabla 3** se enumeran las diferentes modalidades.
- Fisiopatología: el paquete flexor medial y el extensor lateral son los responsables de la rotación y la migración proximal de la superficie articular.
- Tratamiento.
 - Es primariamente quirúrgico, utilizando fijación interna y externa mediante placas con los principios y técnicas antes señalados.
 - En algunas fracturas bicondíleas con líneas de fractura simples y adecuada calidad del hueso pueden utilizarse tornillos de bloqueo o de fijación columnar solos o con placas, según dicten la morfología de la fractura y la posible osteopenia.
 - El objetivo es conseguir una fijación estable que permita conservar todo el rango de movilidad del codo.
 - En pacientes más jóvenes con fracturas intraarticulares distales muy conminutas, la minifi-

jación de los fragmentos pequeños contribuye a estabilizarlos.

- e. En pacientes mayores, en mala condición física o con demencia se ha descrito el tratamiento no quirúrgico conocido como “saco de huesos”. Se limita a inmovilizar la articulación durante dos semanas con el codo en flexión a 90°, para a continuación ir movilizando suavemente la articulación hasta conseguir una pseudoartrosis lo más funcional que se pueda y mínimamente dolorosa.
- f. Puede decidirse la artroplastia total del codo en pacientes mayores con fracturas irreconstruibles. En una revisión reciente que incluyó a 49 ancianos con fracturas del húmero distal tratadas con artroplastia total del codo, el arco de flexión medio encontrado oscilaba entre 24° y 131° y la puntuación media en el baremo Mayo Elbow Performance Score fue de 93 sobre un máximo de 100.

K. Fracturas condíleas

1. Clasificación.

- a. Representan fracturas del húmero distal de tipo B de la OTA (parcialmente articulares).
- b. Pueden dividirse en fracturas del pilar interno/externo altas o bajas.
 - Las características que permiten catalogar una fractura condílea como alta son que el pilar afectado incluya la mayoría de la tróclea y que el antebrazo se desplace en la misma dirección que el pilar fracturado.
 - Dado el mayor tamaño de las fracturas altas, la fijación interna es más directa y suele poder conseguirse con tornillos de bloqueo con o sin placa unilateral.
 - Las fracturas del pilar externo son más frecuentes.
 - La clasificación de Milch permite determinar la estabilidad de la fractura según su tipo (**Figura 5**). Las fracturas de tipo I (en las que la zona externa de la tróclea permanece unida a la masa principal del húmero) se consideran estables, en comparación con la de tipo II (en las que la zona externa de la tróclea queda unida al fragmento de la fractura desplazado).

2. Tratamiento.

- a. Se recomienda el tratamiento quirúrgico en todos los casos, salvo en las fracturas no desplazadas.
- b. Para el tratamiento conservador, se coloca el codo a 90° de flexión con el antebrazo en supinación o pronación según se trate de fracturas del pilar externo o del interno, respectivamente.

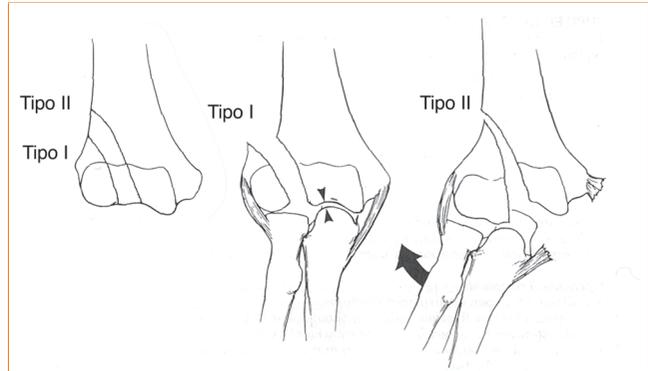


Figura 5 Ilustraciones que muestran los tipos de fracturas del pilar externo del húmero distal según la clasificación de Milch. Tipo I: el borde troclear externo permanece unido, evitando la luxación del cúbito y el radio. Tipo II: el borde troclear externo está incluido en la fractura del cóndilo externo, lo que lleva a la luxación del radio y el cúbito. (Reproducida con la debida autorización de Koval KJ, Zuckerman JD, eds: *Handbook of Fractures*, ed 2. Philadelphia, PA, Lippincott Williams and Wilkins, 2002, p 98.)

L. Fracturas del cóndilo humeral

1. Clasificación: las fracturas del cóndilo humeral se clasifican en cuatro tipos (**Figura 6**).

- a. Tipo I (fragmento de Hahn-Steinhal): se trata de fracturas con gran componente óseo del cóndilo humeral y que pueden afectar ligeramente a la tróclea.
- b. Tipo II (fragmento de Kocher-Lorenz): estas fracturas son separaciones del cartílago articular sin apenas hueso subcondral unido.
- c. Tipo III: se trata de fracturas muy conminutas multifragmentarias.
- d. Tipo IV (añadido por McKee): son fracturas extendidas en sentido medial hasta abarcar la mayor parte de la tróclea.

2. Tratamiento.

- a. Las fracturas de tipo I en general requieren RAFI. Puede hacerse mediante fijación con tornillos de los fragmentos de detrás adelante o con tornillos avellanados para los fragmentos de adelante atrás. Pueden usarse también tornillos sin cabeza.
- b. Las fracturas de tipo II y las partes irreconstruibles de las de tipo III se extirpan.

3. Complicaciones: si persiste la inestabilidad o no se consigue la sustitución por deslizamiento de los fragmentos desvitalizados pueden quedar secuelas de artritis, osteonecrosis, reducción de la movilidad, desviación cubital en valgo y parálisis del nervio cubital progresiva.

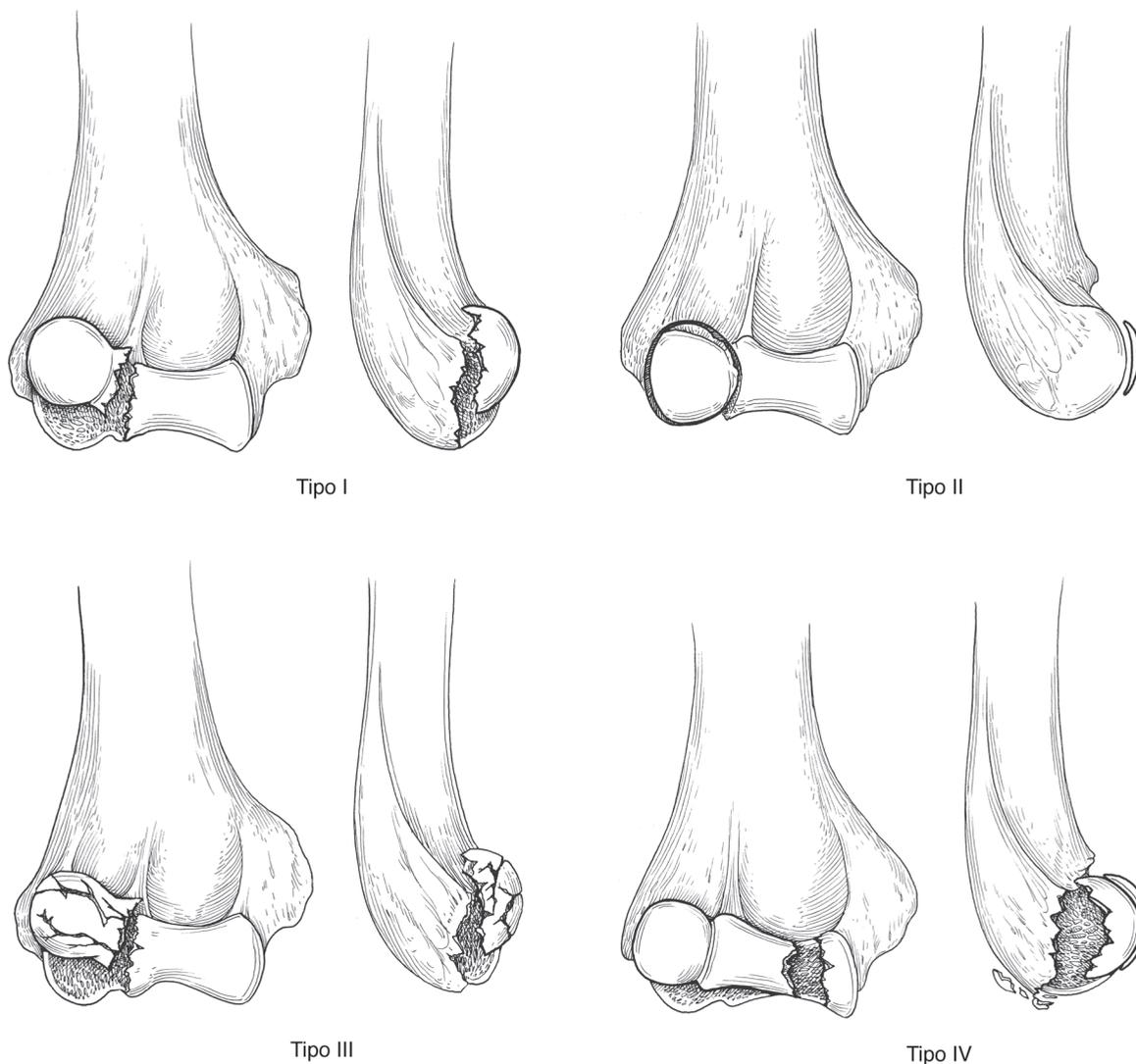


Figura 6 Ilustraciones que representan la clasificación de Bryan y Morrey de las fracturas del cóndilo humeral. Tipo I (Hahn-Steinthal): fractura completa del cóndilo con mínima o nula extensión a la zona externa de la tróclea. Tipo II (Kocher-Lorenz): fractura osteocondral anterior sin apenas hueso subcondral. Tipo III (Broberg-Morrey variant): fractura conminuta/por compresión del cóndilo humeral. Tipo IV: fractura extendida en sentido medial hasta abarcar la mayor parte de la tróclea. (Reproducida con la debida autorización de Ruchelsman DE, Tejwani NC, Kwon, YW, Egol KA: Coronal plane partial articular fractures of the distal humerus: Current concepts in management. *J Am Acad Orthop Surg* 2008;16(12):716-728.)

M. Fracturas trocleares

1. Epidemiología: estas fracturas casi nunca se dan de forma aislada. Cuando se ven hay, que sospechar la presencia asociada de una luxación del codo que haya cizallado la superficie articular.
2. Tratamiento.
 - a. Las fracturas sin desplazamiento pueden tratarse con inmovilización durante tres semanas seguida de ejercicios en el rango de movilidad.
 - b. Las fracturas con desplazamiento deben tratarse con RAFI o extirpación si no son reconstruibles.

N. Fracturas epicondíleas

1. Las fracturas epicondíleas pueden aparecer en la cara interna o externa del codo.
2. Tratamiento.
 - a. Las fracturas epicondíleas no desplazadas con estabilidad articular en el rango de movilidad del codo pueden tratarse por procedimientos no quirúrgicos.
 - b. En niños, las fracturas de la epitróclea con desplazamientos de hasta 5 mm pueden tratarse sin cirugía si no hay inestabilidad ni déficits neurológicos. En los adultos no hay normas fijas para el tratamiento.

- c. Si la fractura está desplazada significativamente o hay inestabilidad del codo o signos de afectación del nervio cubital, se recomienda RAFI con tornillos o agujas de Kirschner.
- d. Hay que considerar la extirpación en pacientes que acuden tardíamente con consolidaciones viciosas dolorosas o fragmentos que no pueden reconstruirse.

O. Fracturas del proceso supracondíleo

1. Anatomía.

- a. El proceso supracondíleo es una protrusión ósea en la superficie anterointerna del húmero distal que representa una variante congénita vestigial.
- b. El ligamento de Struthers discurre entre el proceso supracondíleo y la epitroclea.
- c. De este ligamento pueden salir fibras de los músculos pronador redondo o coracobraquial.

2. Tratamiento.

- a. Las fracturas del proceso supracondíleo se tratan habitualmente por procedimientos conservadores.
- b. Sólo se requiere extirpación si hay afectación de la arteria humeral o compresión del nervio mediano.

P. Recomendaciones prácticas quirúrgicas

1. Para acceder al húmero distal desde atrás es preciso localizar el nervio cubital. Puede palparse aproximadamente 3-4 cm por encima de la cara superior de la epitroclea en su salida de la zona del tabique intermuscular debajo del ligamento de Osbourne. Entonces puede disecarse hasta la primera rama motora del flexor cubital del carpo.
2. Si la disección quirúrgica debe hacerse proximal o lateralmente, el nervio radial puede localizarse de una de dos maneras.
 - a. La disección roma profunda aproximadamente a 4 cm proximal a la aponeurosis de la confluencia de las tres cabezas del tríceps permite palpar el nervio radial en el surco espiral.
 - b. Posterolateralmente, el nervio radial puede localizarse retrayendo el tríceps medialmente para exponer el nervio cutáneo braquial lateral inferior, que surge del nervio radial en la cara posterior del tabique intermuscular externo. Desde ahí puede seguirse su recorrido en sentido proximal hasta llegar al nervio radial propiamente dicho, que está situado justo detrás de la tuberosidad deltoidea.
3. Al practicar la osteotomía del olécranon, el vértice de la incisión debe apuntar distalmente para asegurar que haya un fragmento distal más grande. Con ello se reduce el riesgo de fractura tras la osteotomía reparadora posterior.

4. La osteotomía del olécranon puede iniciarse con una sierra oscilante, pero debe completarse con un osteotomo para evitar hacer una curva que disminuiría el arco condral olecraniano al fijar la osteotomía.
5. Pueden aparecer alteraciones sensitivas correspondientes al nervio cubital. Hay que advertir a los pacientes de esta posibilidad antes de la intervención.
6. Aunque el nervio cubital puede transponerse, hay cirujanos que prefieren volver a colocarlo en su posición original siempre que en su trayecto no haya adherencias o material de osteosíntesis que puedan rozarlo. Se haga o no transposición, pueden aparecer síntomas en el postoperatorio debidos a la desvascularización durante la disección.
7. Al plantearse la operación de una fractura del húmero distal muy conminuta en una persona mayor, debe tenerse en mente la posibilidad de que la calidad del hueso sea pobre o se trate de una fractura muy distal, en cuyo caso hay que estar preparados para practicar una artroplastia total del codo. Si se intenta la fijación interna, debe elegirse una vía de abordaje que no dificulte la eventual artroplastia en caso de que no pueda reconstruirse la fractura.

Q. Rehabilitación

1. Después de la operación el codo debe inmovilizarse a 90° de flexión, vigilando la herida cada 2-3 días.
2. Los movimientos activos y pasivos en el rango de movilidad de hombro, codo, muñeca y mano suelen iniciarse a los pocos días de la intervención. Si los tejidos blandos son débiles se retrasa la movilización del codo 7-10 días, pero no el resto de los ejercicios.
3. En las vías de abordaje posteriores, es habitual posponer el inicio de los ejercicios de fuerza, especialmente de la extensión, hasta las seis semanas.

R. Evolución: En las fracturas cerradas tratadas con RAFI son de esperar arcos de movilidad aproximados de 105° y recuperación del 75% de las fuerzas flexora y extensora. La pérdida de la extensión del codo suele ser más acusada que la pérdida de la flexión.

S. Complicaciones

1. El fallo de la fijación y las consolidaciones viciosas son más frecuentes si la fijación es incorrecta.
2. Puede haber casos de no consolidación en las fracturas del húmero distal o tras osteotomías del olécranon. Su incidencia es relativamente baja si se siguen correctamente las directrices quirúrgicas. En los traumatismos a energía alta y en las lesiones graves de los tejidos blandos, el riesgo es mayor.

3. La infección es una complicación relativamente rara (del 0% al 6%) y se ha descrito sobre todo en fracturas abiertas de grado 3.
4. La parálisis del nervio cubital es muy limitante. Puede deberse a lesión iatrogénica, disección incorrecta, atrapamiento por fragmentos óseos o material de osteosíntesis y fibrosis postoperatoria.
5. Las artritis postraumáticas se deben a mala reducción articular o a una lesión inicial muy destructiva. Cabe considerar en estos casos la revisión quirúrgica, implantar aloinjertos o practicar artroplastia total del codo.

Puntos clave a recordar

1. La mayoría de las fracturas diafisarias del húmero pueden tratarse por procedimientos no quirúrgicos.
2. Las indicaciones de tratamiento quirúrgico en las fracturas diafisarias del húmero incluyen la presencia de lesiones vasculares, afectación importante de los tejidos blandos, fracturas abiertas, codo flotante, lesiones intraarticulares del codo asociadas y fracturas patológicas.
3. Las fracturas supracondíleas por mecanismo de extensión son las más frecuentes.
4. El enclavamiento intramedular de las fracturas de la diáfisis del húmero se acompaña frecuentemente de dolor de hombro residual.
5. La tríada terrible del codo incluye fracturas del ligamento colateral interno, la apófisis coronoides y la cabeza o el cuello del radio.
6. En los pacientes con lesión asociada del nervio radial que no requieren tratamiento quirúrgico, debe practicarse un estudio electromiográfico o de velocidad de conducción nerviosa a las seis semanas del accidente. Si la fractura precisa tratamiento quirúrgico, la exploración del nervio se hace en el momento de la intervención.
7. Puede plantearse la artroplastia total del codo en ancianos con pocas demandas funcionales que presentan fracturas del húmero distal complejas.
8. El nervio radial puede localizarse en su recorrido por la cara posterior de la diáfisis del húmero de arriba abajo y de dentro afuera aproximadamente a 4 cm de la parte más proximal de la aponeurosis del tríceps.
9. En general, las fracturas intercondíleas distales se tratan quirúrgicamente mediante fijación con placas medial y lateral.
10. Si se utiliza una osteotomía en V invertida distalmente para acceso intraoperatorio, no hay diferencias sustanciales entre los distintos métodos de fijación estable (cerclaje, clavo intramedular, placa) en cuanto al resultado funcional o la necesidad de reintervención.

Bibliografía

Ali A, Douglas H, Stanley D: Revision surgery for nonunion after early failure of fixation of fractures of the distal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(8):1107-1110.

Anglen J: Distal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2005;13(5):291-297.

Bhandari M, Devereaux PJ, McKee MD, Schemitsch EH: Compression plating versus intramedullary nailing of humeral shaft fractures—a meta-analysis. *Acta Orthop* 2006;77(2):279-284.

Chalidis B, Dimitriou C, Papadopoulos P, Petsatodis G, Giannoudis PV: Total elbow arthroplasty for the treatment of insufficient distal humeral fractures: A retrospective clinical study and review of the literature. *Injury* 2009;40(6):582-590.

Coles CP, Barei DP, Nork SE, Taitsman LA, Hanel DP, Bradford Henley M: The olecranon osteotomy: A six-year experience in the treatment of intraarticular fractures of the distal humerus. *J Orthop Trauma* 2006;20(3):164-171.

Denard A Jr, Richards JE, Obremskey WT, Tucker MC, Floyd M, Herzog GA: Outcome of nonoperative vs operative treatment of humeral shaft fractures: A retrospective study of 213 patients. *Orthopedics* 2010;33(8).

Denies E, Nijs S, Sermon A, Broos P: Operative treatment of humeral shaft fractures: Comparison of plating and intramedullary nailing. *Acta Orthop Belg* 2010;76(6):735-742.

Doornberg J, Lindenhovius A, Kloen P, van Dijk CN, Zurakowski D, Ring D: Two and three-dimensional computed tomography for the classification and management of distal humeral fractures: Evaluation of reliability and diagnostic accuracy. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(8):1795-1801.

Egol KA, Tsai P, Vazques O, Tejwani NC: Comparison of functional outcomes of total elbow arthroplasty vs plate fixation for distal humerus fractures in osteoporotic elbows. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2011;40(2):67-71.

- Erpelding JM, Mailander A, High R, Mormino MA, Fehring EV: Outcomes following distal humeral fracture fixation with an extensor mechanism-on approach. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94(6):548-553.
- Frankle MA, Herscovici D Jr, DiPasquale TG, Vasey MB, Sanders RW: A comparison of open reduction and internal fixation and primary total elbow arthroplasty in the treatment of intraarticular distal humerus fractures in women older than age 65. *J Orthop Trauma* 2003;17(7):473-480.
- Gardner MJ, Griffith MH, Demetrakopoulos D, *et al*: Hybrid locked plating of osteoporotic fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(9):1962-1967.
- Gerwin M, Hotchkiss RN, Weiland AJ: Alternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis with reference to the radial nerve. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78(11):1690-1695.
- Gosler MW, Testroote M, Morrenhof JW, Janzing HM: Surgical versus non-surgical interventions for treating humeral shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;1:CD008832.
- Hierholzer C, Sama D, Toro JB, Peterson M, Helfet DL: Plate fixation of ununited humeral shaft fractures: Effect of type of bone graft on healing. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(7):1442-1447.
- Mahaisavariya B, Jiamwatthanachai P, Aroonjarattham P, Aroonjarattham K, Wongcumchang M, Sitthiseripratip K: Mismatch analysis of humeral nailing: Antegrade versus retrograde insertion. *J Orthop Sci* 2011;16(5):644-651.
- McKee MD, Jupiter JB, Bosse G, Goodman L: Outcome of ulnar neurolysis during post-traumatic reconstruction of the elbow. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80(1):100-105.
- Min W, Ding BC, Tejwani NC: Comparative functional outcome of AO/OTA type C distal humerus fractures: Open injuries do worse than closed fractures. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;72(2):E27-E32.
- Ruan HJ, Liu JJ, Fan CY, Jiang J, Zeng BF: Incidence, management, and prognosis of early ulnar nerve dysfunction in type C fractures of distal humerus. *J Trauma* 2009;67(6):1397-1401.
- Sarmiento A, Zagorski JB, Zych GA, Latta LL, Capps CA: Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82(4):478-486.
- Schmidt-Horlohé K, Wilde P, Bonk A, Becker L, Hoffmann R: One-third tubular-hook-plate osteosynthesis for olecranon osteotomies in distal humerus type-C fractures: A preliminary report of results and complications. *Injury* 2012;43(3):295-300.
- Seigerman DA, Choung EW, Yoon RS, *et al*: Identification of the radial nerve during the posterior approach to the humerus: A cadaveric study. *J Orthop Trauma* 2012;26(4):226-228.
- Shao YC, Harwood P, Grotz MR, Limb D, Giannoudis PV: Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: A systematic review. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(12):1647-1652.
- Tingstad EM, Wolinsky PR, Shyr Y, Johnson KD: Effect of immediate weightbearing on plated fractures of the humeral shaft. *J Trauma* 2000;49(2):278-280.
- Ziran BH, Kinney RC, Smith WR, Peacher G: Sub-muscular plating of the humerus: An emerging technique. *Injury* 2010;41(10):1047-1052.

