

Fracturas de la extremidad distal del húmero.

Diego García-Germán Vázquez.
Alberto D. Delgado Martínez .
Andrés Díaz Martín.

cursocot

The background features a composite image. On the left, a hand is shown in a white cast. On the right, there is a blue anatomical model of the distal humerus, showing a surgical approach with a large incision and internal fixation hardware (plates and screws). A white hexagonal grid pattern is overlaid on the lower half of the image. The 'cursocot' logo is visible in the middle left and bottom right.

TEMA 41

septiembre 2013

www.cursocot.es

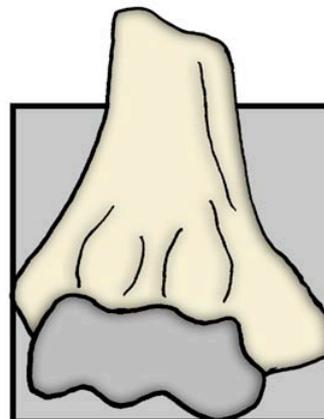
FRACTURAS DE HÚMERO DISTAL EN ADULTOS:

- GENERALIDADES:
 - Se consideran fracturas del húmero distal aquellas cuyo epicentro se encuentra en el cuadrado de Muller (figura 1).
 - El arco de movilidad funcional (lo que se puede considerar un buen resultado del tratamiento) ha sido establecido por Morrey entre 30 y 130° de flexoextensión.
 - Incidencia relativamente baja en adultos (0,5% de todas las fracturas), actualmente en aumento.
 - Mecanismo lesional:
 - Adultos: fracturas complejas supraintercondíleas, conminutas, por un traumatismo directo de alta energía; o fracturas por un traumatismo indirecto o directo de baja energía en el anciano con hueso osteoporótico.
 - Niños: normalmente fracturas supracondíleas extraarticulares, por un traumatismo indirecto (caída sobre la mano en extensión).

- CLASIFICACIÓN: Existen diversas clasificaciones descriptivas de las fracturas de la extremidad distal del húmero. La clasificación de la AO/OTA es una clasificación sencilla que ha demostrado ser reproducible. (Tabla 1, Figura 2):

figura 1: Cuadrado de Müller: es aquel cuyo lado es la distancia entre los cóndilos en RX AP. Las fracturas del húmero distal tienen su epicentro dentro de él.

TEMA 41



3º Programa de actualización en Cirugía Ortopédica y Traumatología. WWW.CIURSOCOL.ES

Tabla 1:**Clasificación AO de las fracturas del húmero distal:**

Segmento 13 (1 por húmero, 3 por distal)

13 - Húmero distal. A: Extraarticular.

- A1 Fractura extra-articular, avulsión apofisaria
- A2 Fractura extra-articular, metafisaria simple
- A3 Fractura extra-articular, metafisaria multifragmentaria

13- Húmero distal. B: Articular Parcial

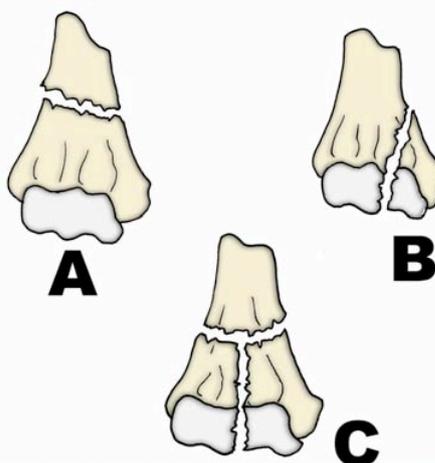
- B1 Fractura articular parcial, externa sagital
- B2 Fractura articular parcial, interna sagital
- B3 Fractura articular parcial, frontal (coronal)

13- Húmero distal. C: Articular Completa.

- C1 Fractura articular completa, articular simple, metafisaria simple
- C2 Fractura articular completa, articular simple, metafisaria compleja
- C3 Fractura articular completa, articular y metafisaria complejas

figura 2: Clasificación de las fracturas distales de húmero, según la AO.

TEMA 41



- TIPO A (10%): **FRACTURAS EXTRAARTICULARES.**

- a) **SUPRACONDÍLEAS:** según el mecanismo lesional:

- Por extensión:

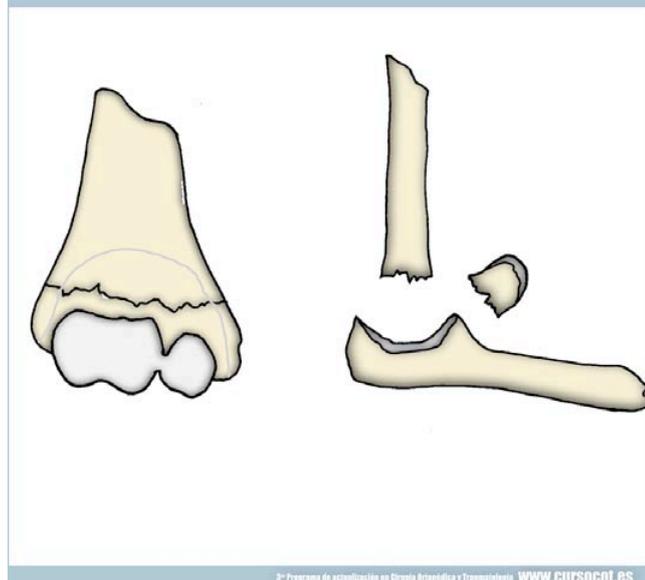
- Es frecuente la lesión del nervio mediano y arteria braquial.
 - Puede confundirse clínicamente con una luxación posterior de codo.
 - El fragmento distal se desplaza hacia atrás, originando una angulación posterior de la fractura.

- Por flexión:

- Muy raras. Frecuentemente abiertas.
 - Rara la lesión vascular.
 - Clínica: imposibilidad para la extensión.
 - El fragmento distal se desplaza hacia delante y la fractura aparece en flexión (angulación anterior) y valgo.

figura 3: Esquema de una fractura diacondilea (izquierda) y una fractura de Posadas (derecha)

TEMA 41



- b) **DIACONDÍLEAS (o transcondíleas):**

muy parecidas a las supracondíleas, salvo que el trazo es más bajo (muy cerca de la superficie articular) (Figura 3).

- Se producen sobre todo por extensión forzada en ancianos.
 - La **fractura de Posadas** es un subtipo en que se asocia a la fractura una luxación del fragmento articular de la paleta humeral hacia delante. (Figura 3)

- TIPO B (<5%): **FRACTURAS DEL CÓNDILO (CONDILARES)** (parcialmente articulares). Pueden afectar a la columna lateral o medial:

- a) **Lateral:** según **Milch**, las hay

- Tipo I: la línea de fractura no llega a la tróclea: Es una avulsión, y no provoca inestabilidad.
 - Tipo II: el fragmento es mayor: incluye la pared lateral (surco) de la tróclea, por lo que es inestable y puede convertirse en fractura-luxación (el cúbito se va con el fragmento lateral desplazado).

- b) **Medial:** más raro. Igual que las anteriores (Milch):

- Tipo I (avulsión)
 - Tipo II: El fragmento es mayor, e incluye la pared medial o surco de la tróclea, por lo que es inestable y puede convertirse en fractura-luxación (el cúbito se va con el fragmento medial desplazado).

- TIPO C (60%): **SUPRAINTERCONDÍLEAS**, fracturas articulares (incluyendo las fracturas en T o en Y), en las que no hay fragmentos articulares que permanezcan en contacto con la diáfisis.

- Conminución y afectación de partes blandas frecuente.
 - Clínica: codo ensanchado, brazo acortado, antebrazo pronado.
 - Dentro de este grupo, encontramos, según la clasificación de Riseborough y Radin:
 - Tipo I: no desplazada.
 - Tipo II: fragmentos desplazados pero no rotados.
 - Tipo III: fragmentos desplazados y rotados.
 - Tipo IV: fractura articular conminuta, cóndilos muy separados.

- **DIAGNÓSTICO:** Radiografías simples. La TC con reconstrucción tridimensional (3D) es de gran ayuda en la planificación quirúrgica.

- **TRATAMIENTO:**

Tratamiento general:

- **Objetivos:**

- La recuperación funcional e indolora del codo requiere:
 - a. reconstrucción anatómica de la superficie articular,
 - b. restitución de la geometría global del húmero distal (ángulo de carga, flexión superficie articular), y
 - c. fijación estable de los fragmentos que permita la rehabilitación precoz y completa.
- Estos objetivos pueden ser técnicamente difíciles de conseguir, especialmente cuando existen defectos óseos, gran conminución o en hueso osteoporótico.

- **Tratamiento quirúrgico:**

- ❖ La mayoría de las fracturas de húmero distal en los adultos requieren reducción quirúrgica y osteosíntesis estable con placas.

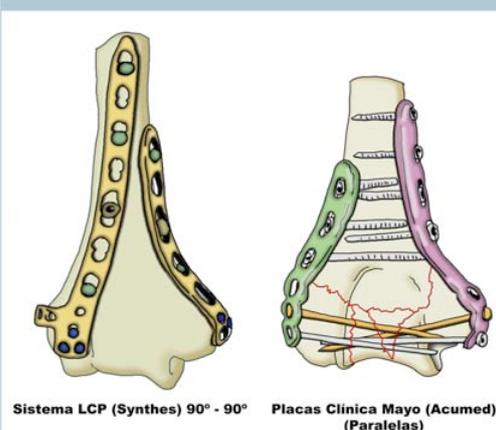
- ❖ **Osteosíntesis:**

- Utilizar siempre **dos placas**. La síntesis con agujas percutáneas o tornillos aislados está contraindicada ya que no va a ser suficientemente estable para permitir una movilización precoz. También está contraindicado el utilizar placas de 1/3 de tubo o colocar únicamente una placa. Recientemente se está sugiriendo el uso de una sola placa lateral, pero todavía no se ha extendido su uso.
- La disposición de las placas sigue siendo fuente de debate. La AO clásicamente ha defendido la disposición perpendicular (90-90) de las placas con la placa medial colocada medial y la placa lateral colocada posterior sobre la columna lateral. Esta disposición puede tener mayor riesgo de fallo de fijación sobre todo en columna lateral. (Figura 4, 4a)
- En los últimos años se está imponiendo la colocación de las **placas paralelas**, en la que todos los tornillos pasan o van fijados (locking) a la placa, agarran el fragmento contrario y producen una interdigitación aumentando la rigidez del montaje al crear un arco. (Figura 4a,b)
- Biomecánicamente las placas paralelas son más estables, también mejora la estabilidad utilizar **tornillos roscados a la placa** (locking).
- En caso de importante conminución metafisaria puede ser necesario acortar el húmero hasta 2 cm para obtener un buen contacto y compresión entre los fragmentos que mejore la estabilidad y la consolidación. **En estos casos debe de desplazarse anteriormente el fragmento distal para reproducir la fosita coronoidea, la fosita olecraneana debe ser reproducida tallándola con una fresa de alta velocidad.**

La mayor parte de las fracturas de extremidad distal de húmero en adultos se tratan quirúrgicamente

figura 4 : Osteosíntesis fracturas húmero distal

TEMA 41



© Propiedad de Intelecto de Diego Bruchini y colaboradores. WWW.CURSOCOL.ES

figura 4a: Osteosíntesis fracturas húmero distal (técnica clásica placa tercio tubo posterolateral, placa reconstrucción 3.5 medial, a 90° - 90°)

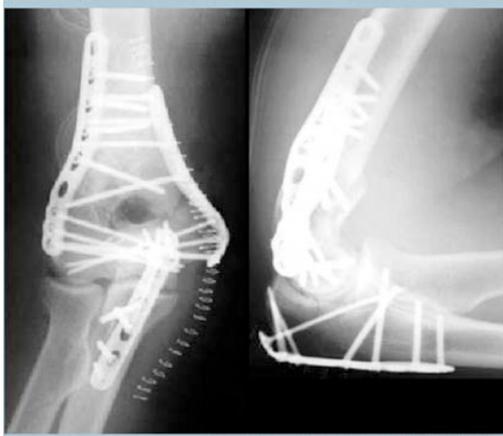
TEMA 41



© Propiedad de Intelecto de Diego Bruchini y colaboradores. WWW.CURSOCOL.ES

figura 4b: Osteosíntesis fractura húmero distal (nuevos sistemas, placas paralelas preconformadas, osteosíntesis osteotomía olecranon con placa)

TEMA 41



© Propiedad de Intelecto de Diego Bruchini y colaboradores. WWW.CURSOCOL.ES

- ❖ Artroplastia de codo:
 - Recientemente se está empezando a utilizar en indicaciones muy específicas: fracturas intraarticulares no reconstruibles en pacientes con mala calidad ósea, artrosis o artritis inflamatoria previa y muy baja demanda funcional, o como salvamento de osteosíntesis fallida. **Varios trabajos han puesto de manifiesto los buenos resultados con prótesis totales en fracturas.**
- ❖ **Vías de Abordaje:** Existen diversas vías de abordaje posterior dependiendo de las necesidades de exposición en función del tipo de fractura y del procedimiento quirúrgico. (figura 5)
 - Anterolateral: para fracturas aisladas del cóndilo lateral.
 - Medial: para fracturas aisladas del cóndilo medial.
 - **Posterior: El más usado.** Se puede realizar con o sin osteotomía de olécranon (ver tema 40, abordajes codo):
 - Una buena estrategia es comenzar haciendo un abordaje bilaterotricipital para comprobar la complejidad de la fractura. Si la fractura puede ser reducida y sintetizada no se amplía la disección. Si la exposición es insuficiente para reducir los fragmentos articulares podemos realizar una osteotomía de olécranon con o sin flap de ancóneo o, en caso de pensar en una artroplastia de codo realizar un abordaje de Bryan Morrey preservando el olécranon.
 - El nervio cubital debe ser identificado, disecado, y marcado con un vessel-loop al iniciar el abordaje posterior. La mayoría de los autores realizan una trasposición subcutánea al inicio de la cirugía para evitar lesionarlo. Aun así la neuropatía cubital se describe en 7-15% de los casos. Existe controversia sobre la mejor actitud en estos casos, algunos trabajos refieren una tasa menor de neuropatía cubital si no se transpone el nervio siempre que no esté en contacto con los implantes.
 - No esta clara la mejor manera para sintetizar la osteotomía de olecranon. El cerclaje con alambre sigue siendo una opción popular, segura y barata con tasas de 0% de pseudoartrosis y solo 8% de extracción en 67 pacientes. Las placas pueden ser una opción segura pero tienen un riesgo de prominencia y problemas cutáneos. Los nuevos clavos endomedulares son una opción prometedora pero todavía no hay un seguimiento suficiente.
- Tratamiento conservador:
 - ❖ Raramente indicado en adultos, salvo:
 - Pacientes con alto riesgo anestésico por mal estado general.
 - Gran destrucción de partes blandas (heridas por explosión o aplastamiento, etc.), donde el objetivo es restablecer un segmento intercalado estable y viable entre el hombro y la mano.
 - Osteoporosis extrema, porque aquí la osteosíntesis suele seguirse de un aflojamiento y fracaso de la misma. En estos casos, los nuevos implantes con estabilidad angular (tornillos roscados a la placa, locking), son de gran ayuda.
 - ❖ Las opciones de tratamiento conservador incluyen:
 - **Yeso braquial** que se va modificando (yeso abisagrado, yeso funcional) para dar movilidad al codo a medida que los fragmentos comienzan a consolidar.
 - **Tracción transolecraniana**
 - **Cabestrillo en "saco de huesos" (o a "su caer"):** se coloca el brazo en un cabestrillo con la máxima flexión posible, de tal forma que la gravedad ayuda a la reducción de la fractura por ligamentotaxis. Movilización de dedos inmediata, y del hombro (ejercicios de péndulo) en 7 días. A medida que disminuya el dolor, movilizar también el codo. Recomendable en pacientes ancianos osteoporóticos. El resultado funcional es regular-aceptable, con 70° de movilidad, de media.

El tratamiento con cabestrillo "en saco de huesos" es una opción válida en fracturas complejas de ancianos con muy poca demanda funcional

- **Fijador externo:** permite la movilidad del paciente, una reducción de los segmentos de hueso desplazados, y un mayor control de heridas y partes blandas. Habitualmente se usa como tratamiento provisional hasta la estabilización definitiva.

Indicaciones específicas de tratamiento según el tipo de fractura:

- ❖ Fracturas extraarticulares:
 - **Supracondíleas por mecanismo de extensión:**
 - Las **no desplazadas** o con $<20^\circ$ de angulación anterior se pueden tratar conservadoramente aunque algunos autores defienden operarlas para movilizarlas precozmente y así **evitar la rigidez**.
 - Las **desplazadas:**
 - RAFI con abordaje posterior, colocando dos placas moldeadas. Es de elección para la mayoría de autores.
 - Si no se puede operar: Opciones:
 - ◆ Técnica de **"saco de huesos"** (ver antes)
 - ◆ Yeso: Reducción y férula posterior 4 semanas: con el codo extendido, se realiza tracción, discreta hiperextensión y flexión. Se inmoviliza en flexión mayor de 90° (15° menos que cuando pierde el pulso radial), y con el antebrazo en pronosupinación media (según De Palma) o realizando pronación y después supinación para mantener el periostio intacto (según Halter). Controles Rx a los 3 y 7 días.
 - ◆ Tracción transolecraniana o pines percutáneos o fijador externo.
 - ◆ La artroplastia total de codo ha demostrado resultados muy buenos en personas de edad avanzada en que no es posible la reconstrucción ósea.
 - **Supracondíleas por flexión:**
 - RAFI con dos placas. Si no se puede operar:
 - Reducción manual y yeso braquial a mantener hasta seis semanas con el codo flexionado (nunca en extensión):
 - **Diacondíleas:**
 - Osteosíntesis: es el método preferido por algunos autores, si es técnicamente posible.
 - Una de las indicaciones de artroplastia primaria de codo son las fracturas transcondíleas muy bajas en el anciano, por la imposibilidad de lograr una síntesis estable.
- ❖ Fracturas parcialmente articulares:
 - **Columna lateral:**
 - Poco desplazadas: reducción y yeso en supinación y dorsiflexión de muñeca, para relajar los músculos epicondíleos.
 - Desplazadas: RAFI con abordaje posterior o lateral. Reparar el ligamento colateral lateral cubital (LCLU) si es necesario. Posible secuela: cúbito valgo e inestabilidad posterolateral rotatoria (por la lesión del LCLU).
 - **Columna medial:**
 - Poco desplazadas: reducción y yeso braquial en pronación y flexión palmar de la muñeca, que relaja la musculatura flexora-pronadora
 - Desplazadas: RAFI. A veces precisa transposición del n. cubital. Secuelas: cúbito varo, artrosis por mala reducción.
 - **Fracturas articulares, supraintercondíleas:**
 - Tipo I (no desplazada): en jóvenes osteosíntesis y en ancianos férula posterior a 90° tres semanas.
 - Tipo II (fragmentos desplazados pero no rotados): osteosíntesis con dos placas.
 - Tipo III (fragmentos desplazados y rotados): osteosíntesis con dos placas.
 - Tipo IV (fractura articular conminuta, cóndilos muy separados): en jóvenes, osteosíntesis con injerto. Es importante preservar la tróclea medial y lateral o el capitellum. La zona central de la tróclea es menos importante biomecánicamente, pero sí hay que mantener la anchura de la misma. En ancianos, tratamiento conservador en "saco de huesos".

- COMPLICACIONES:

1. Compresión nerviosa: neuropatía compresiva (sobre todo del n. cubital) en un 15% de las fracturas tratadas con RAFI. Se recomienda una transposición anterior del nervio si éste queda en contacto con la placa.
2. Irritación por el material de osteosíntesis: suele ocurrir en zonas donde el implante se sitúa subcutáneo, como en el olécranon. También dolor causado por un aflojamiento del material (generalmente ocurre por consolidación incompleta y movimiento en el foco de fractura).
3. Retardo en la consolidación y pseudoartrosis: Sobre todo en las tipo C, y suele ser suficiente con cambiar las placas por otras de compresión, aportando injerto de esponjosa. Si la reducción de la carilla articular no es buena, acompañar de una osteotomía correctora, liberación capsular anterior o posterior, etc. Otras opciones de corrección quirúrgica son la artroplastia de resección seguida de férula, la artrodesis y la artroplastia total de codo. En ocasiones se produce pseudoartrosis en la osteotomía del olécranon. Biomecánicamente parece más recomendable un tornillo con cerclaje, que proporciona mayor resistencia torsional y compresión que un obenque.

FRACTURAS DEL CAPITELLUM

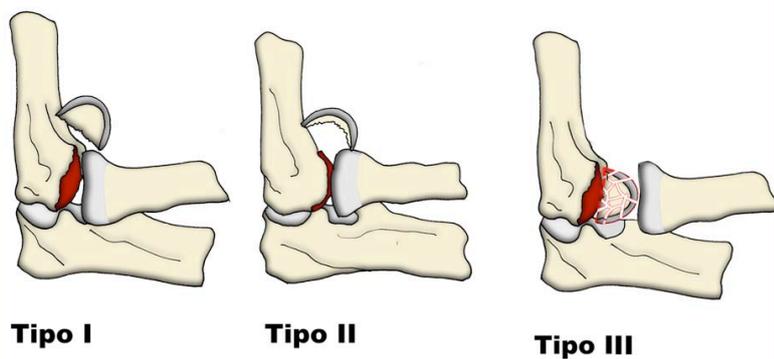
Son raras. Sólo afectan a la porción articular del cóndilo lateral (sin inserciones musculares o ligamentosas).

- Clasificación clásica: (Figura 5)
 - Tipo I o Hanh Steintal: afecta a una gran porción del cóndilo humeral, y a parte de la tróclea en ocasiones
 - Tipo II o Kocher Lorenz: sólo afecta al cartílago del cóndilo **con muy poco** hueso subcondral.
 - Tipo III: es una fractura conminuta.
- Recientemente se ha introducido una nueva clasificación que puede ser una mejor guía para el tratamiento (figura 6).
 - Las Tipo I afectan al capitellum, las tipo II afectan al capitellum y la tróclea en un único fragmento, las tipo III afectan al capitellum y la tróclea como fragmentos independientes.
 - Se subdividen en tipo A sin conminución posterior y tipo B con conminución posterior.

figura 5: Fracturas del Capitellum:

Tipo I: (Hanh Steintal).
Tipo II (Kocher Lorenz).
Tipo III (Conminuta).

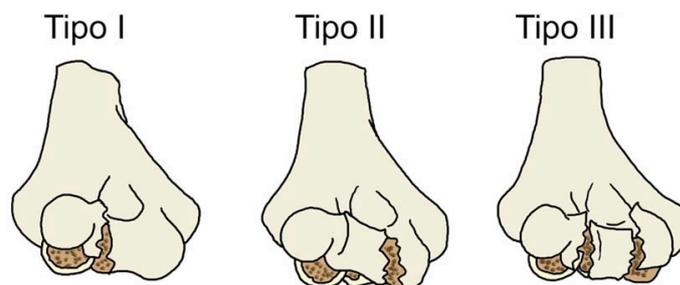
TEMA 41



3º Programa de actualización en Cirugía Ortopédica y Traumatología WWW.CURSOCOT.ES

figura 6: Clasificación de Dubberley de fracturas del capitellum

TEMA 41



3º Programa de actualización en Cirugía Ortopédica y Traumatología WWW.CURSOCOT.ES

- Se pueden asociar a una rotura del ligamento colateral cubital y/o a fractura de la cabeza radial.
- Se producen por cizallamiento, cuando la fuerza del traumatismo se transmite desde el radio al húmero, con el brazo en extensión completa (las tipo I) o en flexión (las tipo II). El 20% se asocian por tanto a fractura de la cabeza del radio.
- El diagnóstico radiográfico es difícil cuando hay poco desplazamiento: a veces sólo vemos el **signo de la almohadilla grasa** (ver más adelante).
- Tratamiento:
 - No desplazadas: Férula posterior tres semanas y movilización posterior protegida (brace).
 - Desplazadas:
 - Tipo I: RAFI por abordaje lateral con tornillos sin cabeza desde superficie articular, o retrógrados. Movilizar en 7-10 días.
 - Tipos II y III: No son sintetizables. Extirpación de los fragmentos y movilización precoz.

FRACTURAS DE LOS EPICÓNDILOS (epicóndilo y epitroclea):

- Lateral (epicóndilo): raras en adultos. Generalmente por traumatismo directo.
- Medial (epitroclea): poco frecuentes, suelen estar asociadas a otras lesiones (en jóvenes es frecuente que se asocien a luxaciones de codo). Muy importante explorar la función del nervio cubital.
- Tratamiento
 - Lateral: férula posterior 3 semanas y movilización protegida.
 - Medial: similar al lateral. Sólo se reparan quirúrgicamente (RAFI) cuando el desplazamiento es >1cm o existe inestabilidad al valgo forzado.

Las fracturas de epitroclea sólo se operan cuando hay un desplazamiento mayor de 1 cm o existe inestabilidad al valgo forzado

FRACTURAS DE HÚMERO DISTAL EN NIÑOS

❖ GENERALIDADES:

- Epidemiología:
 - Aproximadamente, el 70 % de las fracturas en niños se producen en el miembro superior.
 - **Las fracturas supracondíleas son las fracturas más frecuentes en codo en los niños de 4 a 12 años**
 - Pico máxima incidencia 6 -7 años
 - Mecanismo indirecto: caída con codo en extensión
 - Más frecuentes en varones de 5-10 años, y en verano.
- Anatomía del codo en el niño:
 - El ángulo de valgo varía con la edad: es de 15° en niños de 0-4 años, y aumenta hasta los 17'8° del adulto.
 - El húmero distal tiene cierta torsión: el cóndilo lateral está rotado medialmente 5°.
 - La cápsula es más fuerte en la parte anterior.
 - Vascularización rica (por arterias terminales que penetran por la inserción del músculo ancóneo), salvo en capitellum y parte lateral de la tróclea.

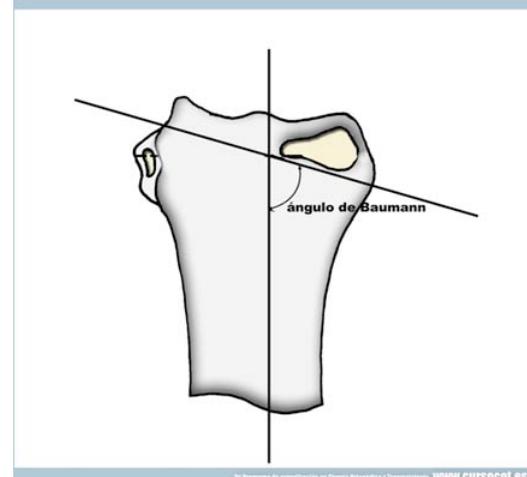
❖ RADIOLOGIA:

- Las proyecciones Rx habituales son:
 - AP con el codo en extensión,
 - lateral con flexión 90° y
 - Axial de Jones (se realiza cuando no se puede extender el codo: es una AP de la paleta humeral con el codo flexionado).

- No hay valores “normales”, éstos dependen de la edad. Puede ser necesario comparar con el lado sano:
 - Mediciones en Rx AP:
 - **Angulo de Baumann** (figura 7): formado por la intersección de la fisis del cóndilo humeral el eje del húmero. Normal entre 81 y 84° de valgo. Varía con la edad, debe compararse con el lado contralateral. Se acepta una variación de hasta 5° respecto al contralateral.
 - Angulo húmero-cubital: formado por los ejes longitudinales de ambos huesos.
 - Angulo metáfiso-diafisario: entre la línea de la metáfisis y el eje longitudinal humeral.
 - Mediciones en Rx lateral (figura 8):
 - **Línea humeral anterior**: que debe pasar por el tercio medio del núcleo de crecimiento del cóndilo. Es muy sensible para detectar fracturas ocultas.
 - Angulo diáfiso-condilar: entre el eje longitudinal y el eje del cóndilo humeral.
 - Línea coronoides: la línea que continúa la cresta de la coronoides hacia el húmero, debe tocar la parte anterior del núcleo de crecimiento condilar.
 - Lágrima: es el estrechamiento del grosor del húmero a nivel de las fosas coronoides y olecraniana. Debe estar bien definida.
 - Otros hallazgos:
 - El **eje del radio siempre apunta al núcleo de osificación del cóndilo humeral (primer núcleo de osificación en aparecer)** en todas las proyecciones (si no es así sospechar fractura de Monteggia o equivalente).
 - **Signo de la almohadilla grasa** (figura 9): representa una hemorragia intraarticular que levanta zona grasa y se aprecia una radiolucencia en la Rx lateral. Puede ser:
 - ◆ Posterior: situado por detrás del húmero. Es el más específico de fractura: si lo hay, la probabilidad de fractura es de un 90%.
 - ◆ Anterior: Situado por delante del húmero, encima de apófisis coronoides. Es más sensible, aparece con pequeños derrames
 - ◆ Supinador: Aparece por debajo del músculo supinador largo y por encima de la cabeza del radio. Sobre todo aparece en fracturas de la cabeza del radio.

figura 7: Angulo de Baumann

TEMA 41



En un niño sin patología, el eje del radio siempre apunta al núcleo de osificación del cóndilo humeral en todas las proyecciones radiológicas

El signo de la almohadilla grasa en una radiografía obliga a descartar fracturas

figura 8: Mediciones en la Rx lateral de codo

TEMA 41

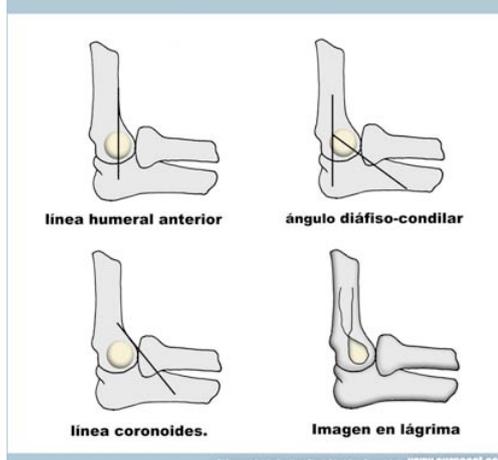
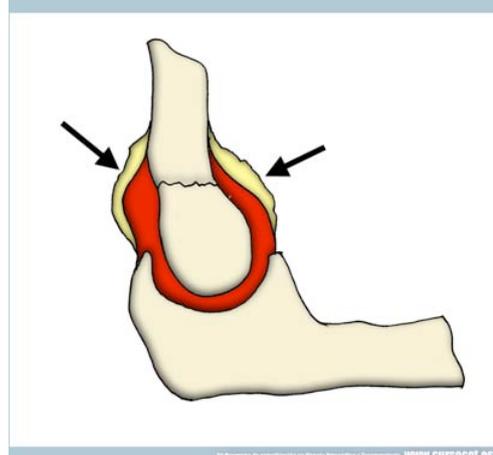


figura 9: Signo de la almohadilla grasa.

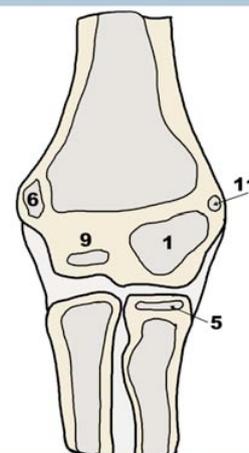
TEMA 41



- Núcleos de osificación del húmero distal (Figura 10)
 - ◆ Para llegar a un diagnóstico correcto de fractura de húmero distal en el niño, hay que conocer la CRONOLOGÍA y el PATRÓN DE OSIFICACIÓN de los distintos núcleos epifisarios. Puede emplearse el acrónimo CRET para recordar la secuencia de aparición de algunos de estos centros de osificación: C, capitellum; R, cabeza radial; E, epitróclea; T, tróclea, seguido de olécranon y epicóndilo. El núcleo de osificación de la epitróclea aparece a los 5-6 años y se fusiona a los 15-17 años. Con frecuencia se malinterpreta como una fractura-avulsión.

figura 10: Patrón normal de osificación en el codo. Los números indican la edad aproximada a la que los centros comienzan a osificarse.

TEMA 41



© Program de actualització en Drets Bèssics i Transmissió WWW.COTSOCOL.ES

❖ CLASIFICACIÓN Y TRATAMIENTO POR TIPOS:

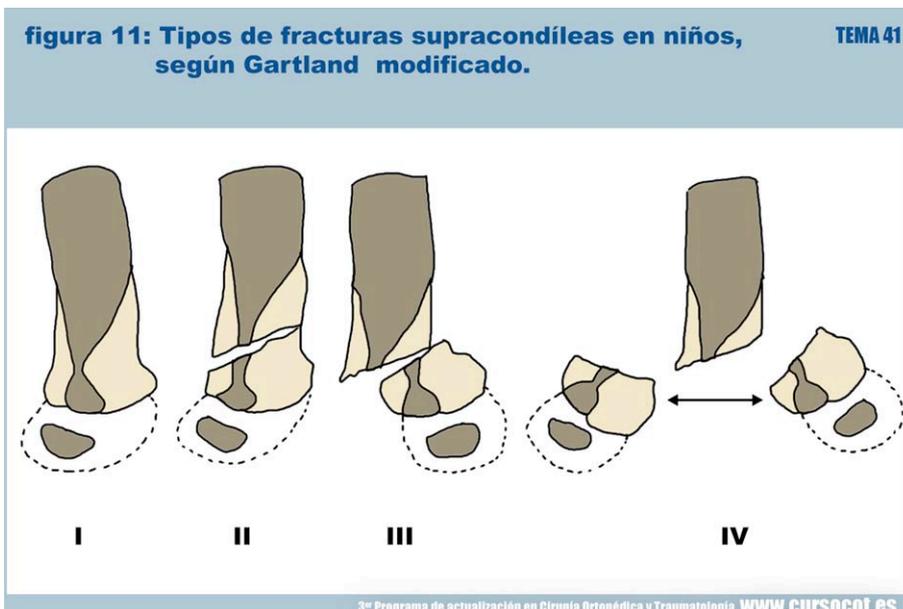
➤ FRACTURAS SUPRACONDILEAS:

- Según el mecanismo de producción y el desplazamiento de los fragmentos:
 - **Fracturas supracondíleas en extensión** (95-98%)
 - Fracturas supracondíleas en flexión
- EN EXTENSIÓN:
 - Incidencia:
 - ◆ las fracturas supracondíleas **son las fracturas más frecuentes en niños y adolescentes**, suponen el 50-60% de las fracturas de codo.
 - ◆ Las producidas en extensión (95-98% de las supracondíleas) aparecen sobre todo en varones de 5-8 años.
 - Mecanismo lesional: hay características anatómicas que hacen más frecuente este tipo de fracturas en niños:
 - ◆ La hiperextensión fisiológica del codo (**más riesgo en niños con recurvatum fisiológico de codo**),
 - ◆ La mayor resistencia de la cápsula en la parte anterior, y
 - ◆ La debilidad de la metáfisis humeral distal entre los 5 y los 8 años de edad.
 - Anatomía Patológica:
 - ◆ El trazo de fractura suele ser transverso
 - ◆ El periostio puede estar intacto, distendido o roto.
 - ◆ El fragmento distal se desplaza hacia atrás, originando una angulación posterior de la fractura.
 - ◆ Desplazamiento del fragmento distal en las fracturas supracondíleas en extensión:
 - **Plano sagital**: fragmento distal hacia atrás y hacia arriba (tríceps).
 - **Plano frontal**: desplazamiento medial (75%), en varo y rotación interna.
 - ◆ Es **importante el desplazamiento en el plano frontal (desplazamiento a medial o lateral)**: Generalmente existe desplazamiento posteromedial del fragmento distal. Esto es importante porque:
 - determina las posibles lesiones vasculares: si hay desplazamiento lateral, posible lesión de la arteria braquial, que está situada más medial, con el borde proximal de la fractura.
 - determina la posible lesión neurológica, del n. radial.
 - determina el abordaje quirúrgico,
 - determina la técnica a emplear en la reducción y
 - determina la deformidad residual (si desplazamiento medial → varo y rotación interna; si es lateral → valgo y rotación externa).

La mayor parte de las fracturas de codo en niños son fracturas supracondíleas en extensión

El fragmento distal suele desplazarse a medial (75%). Este desplazamiento condiciona las posibles lesiones asociadas, tipo de abordaje, etc

- **Tipos según Gartland modificado.** (figura 11):
 - ◆ Tipo I: No desplazada (desplazamiento <2mm).
 - ◆ Tipo II: Moderadamente desplazada (>2mm). Generalmente presentan una brecha anterior con alineación anómala (la línea humeral anterior no pasa por el tercio medio del capitellum) y cortical o periostio posterior intacto.
 - ◆ Tipo III: Completamente desplazada. No existe contacto cortical.
 - ◆ Tipo IV: Recientemente descrito, son fracturas inestables tanto en extensión como en flexión. La inestabilidad suele ser secundaria a las maniobras de reducción.



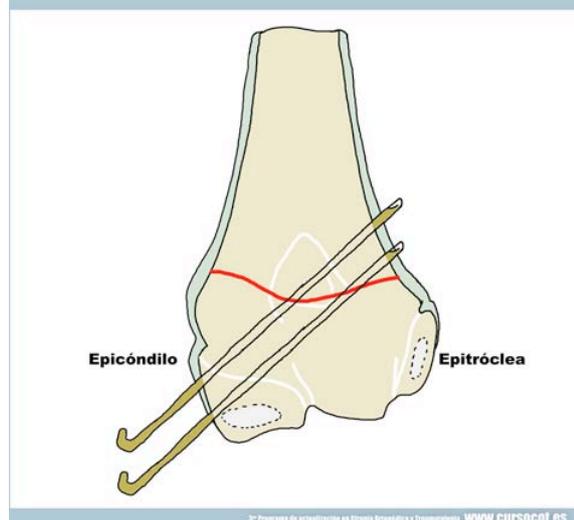
- **Clínica:**
 - ◆ Deformidad evidente, **puede haber una depresión en la piel, que es un signo de irreductibilidad**, debido a la penetración del fragmento proximal, a través del braquial anterior, al tejido subcutáneo.
 - ◆ Dolor, deformidad, impotencia funcional.
 - ◆ No suele haber pérdida relieves óseos normales (triángulo de Nelaton), a diferencia de la luxación codo.
 - ◆ Signo de Kirmison: equimosis en pliegue de flexión del codo.
 - ◆ Es importante hacer una **evaluación neurológica y vascular detalladas**, además de descartar fracturas asociadas.
 - Neurológico: de todas las ramas nerviosas que atraviesan el codo. Es importante destacar que si hay una lesión del N. Interóseo anterior lo único que encontramos es una imposibilidad para la flexión de la articulación. IFD del 1er y 2º dedo (pinza), sin alteración sensitiva (no se puede hacer la "O" entre índice y pulgar).
 - Vascular: Se deben palpar los pulsos y comprobar el relleno capilar en pulpejos.
 - Descartar un síndrome compartimental. La movilización pasiva de la mano debe ser indolora.
 - ◆ Rx: AP y lateral. Observamos:
 - Desplazamiento de la línea humeral anterior.
 - Con frecuencia el ángulo de Baumann está disminuido, indicando un colapso de la columna medial y una varización del foco de fractura.
 - Signo de la "almohadilla grasa", signo indirecto de fractura
 - Imposibilidad para la extensión, por eso tenemos que recurrir a proyecciones Rx especiales como la axial de Jones.

- ◆ Tratamiento:
 - No desplazada: inmovilizar con férula de yeso y vigilar
 - Desplazada: Siempre reducción urgente (aunque está en revisión), en quirófano bajo anestesia general, y fijación con agujas.
 - Según tipos:
 - Tipo I de Gartland: (no desplazadas)
 - Comprobar que el ángulo de varo-valgo del codo es correcto: si hay dudas, anestesia general y ver con radioscopia.
 - Yeso a 90° y prono-supinación neutra del antebrazo 3 semanas.
 - Tipo II: (cortical o periostio posterior intacto)
 - Manipular para corregir angulaciones
 - Actualmente se recomienda reducción cerrada y fijación con agujas, igual que el tipo III (ver a continuación).
 - Tipo III (desplazadas, hay que corregir angulación y longitud):
 - **Reducción cerrada y fijación con agujas. 3 pasos:**
 - 1.- Reducción de la fractura bajo control fluoroscópico:
 - Tracción longitudinal con antebrazo en extensión y supinación: en este momento corregimos los desplazamientos latero-mediales y las angulaciones en varo-valgo.
 - Flexión del codo a 130° en supinación, presionando sobre el olécranon hacia anterior para reducir la extensión del fragmento distal (no debe haber bloqueos).
 - Pronación máxima (para estabilizar).
 - 2.- Comprobación de la exactitud de la reducción:
 - Clínicamente: el codo debe flexionar completamente, sin bloqueos.
 - Con radioscopia, medir el ángulo diáfiso-condilar y la rotación del fragmento distal.
 - Comprobar que en Rx lateral la línea humeral anterior atraviesa el centro del cóndilo y que existe un espacio entre la epífisis distal del húmero y el olécranon: Si se superponen ambas superficies ("signo de la luna creciente"), el codo tiene excesivo varo o valgo.
 - En el plano AP, medir el ángulo de Baumann (tras la reducción debe ser > 9° o tener < 10° de diferencia con respecto al mismo ángulo en el codo sano)
 - 3.- Estabilización:
 - Con agujas Kirschner lisas (1,6-1,8 mm de grosor), con técnica percutánea.
 - Dos agujas por cóndilo lateral: (Figura 12)
 - Para evitar el riesgo de lesión iatrogénica del N. Cubital durante la colocación de la aguja medial (0-6%).
 - Paralelas, con al menos 2mm de separación entre ellas.
 - Deben coger los dos fragmentos (fijación bicortical).
 - Más estable el montaje cruzado (por condilo lateral y medial), pero no hay diferencias clínicamente relevantes y si más riesgo de lesión del nervio cubital.
 - En caso de fracturas inestables puede ser incluso preferible utilizar 3 agujas laterales mejor que un montaje con agujas cruzadas.

El tratamiento de elección de las fracturas supracondíleas en extensión desplazadas en niños es la reducción cerrada y fijación con agujas percutáneas

- En caso de necesitar colocar una aguja medial (montaje cruzado) se recomienda realizar una pequeña incisión sobre la epitroclea para localizar y controlar el N. Cubital durante la introducción de la aguja. Se recomienda también colocar primero las agujas laterales en hiperflexión y después la aguja medial en menor flexión para evitar la subluxación del N. Cubital por delante del epicóndilo.

figura 12: Fijación de una fractura supracondilea de húmero en niños con dos agujas de Kirschner TEMA 41



- Inmovilizar con férula posterior a 90-70° de flexión. Retirar a las 3 semanas.

- Tratamiento quirúrgico abierto:
 - ◆ Indicaciones: Se realiza en fracturas abiertas y lesiones vasculares, y en fracturas en las que fracasa la reducción cerrada.
 - ◆ El método de estabilización más frecuente tras la reducción son las agujas de Kirschner.
 - ◆ Abordajes:
 - Anteromedial el más habitual en las publicaciones anglosajonas, se visualizan la estructuras en riesgo (arteria braquial y N. Mediano), sobre todo en fracturas posterolaterales.
 - Anterolateral, sobre todo en fracturas posteromediales (son más frecuentes, pero es más raro que precisen reducción abierta)
 - Posterior: más sencillo, pero puede provocar más rigidez postoperatoria. Muy adecuado el abordaje posterior bilaterotricipital, sin lesionar el aparato extensor (ver tema 40, abordajes codo).
 - Doble abordaje (medial + lateral).
 - ◆ Resultados funcionales buenos.
 - ◆ Complicaciones: sobre todo rigidez (disminución del rango de movimiento, que suele ser leve) y miositis osificante (en caso de intervención diferida).
 - ◆ La reducción de forma diferida es muy difícil.
 - ◆ Si la reducción abierta se hace después de los 4 días tras la fractura: riesgo de miositis osificante: es mejor dejarlo, que consolide, que recupere movilidad y luego realizar osteotomías.
 - ◆ Si no es posible reducir cerrado ni se puede operar (por mal estado piel, abrasiones, etc) una opción es usar tracción transolecrania 14 días (o fijador externo) y luego poner yeso.

- ◆ Complicaciones:
 - **Lesiones vasculares:**
 - Se describen entre un **12% - 20% de los casos**.
 - La mayoría de las lesiones son por espasmo, compresión, o rotura de la íntima y raras veces por sección arterial.
 - En caso de isquemia el tratamiento debe ser urgente:
 - Se debe reducir y fijar la fractura.
 - La angiografía no es necesaria y puede retrasar la reducción.
 - Lo habitual es que se restablezca el pulso distal.
 - Si no presenta pulso radial pero la extremidad está caliente y bien profundada se debe observar.
 - En ocasiones se ha descrito la pérdida de perfusión horas tras la reducción y fijación con agujas. En estos casos es necesario por tanto la observación postoperatoria 24-48 horas.
 - Si no presenta pulso radial y la extremidad está isquémica se debe explorar la arteria braquial por un abordaje anterior y tener preparado el instrumental, y la asistencia del Cirujano Vascular, para una reconstrucción vascular.
 - **Síndrome compartimental:** (ver tema 25)
 - Si no se diagnostica y se trata con carácter urgente (fasciotomías), puede dejar secuelas graves por contractura isquémica de Volkmann.
 - Es fundamental para la prevención del síndrome compartimental no inmovilizar el codo por encima de 70-90° de flexión. La presión del compartimento volar profundo aumenta con la flexión por encima de 90° de flexión.
 - El desarrollo de un síndrome compartimental está asociado a la presencia de intensa tumefacción, equimosis en la fosa antecubital, brida o pliegue cutáneo y otras fracturas en el mismo miembro. En estos casos no debería de demorarse la reducción y fijación.
 - **Neurológicas:**
 - En 8 % casos. **Suelen ser neuroapraxias** y se recuperan espontáneamente.
 - En primer lugar, del nervio mediano (sobre todo el **nervio interóseo anterior**, rama de éste), aunque no siempre se diagnostica (es un nervio sólo motor, no sensitivo). En segundo lugar, lesiones del nervio radial.
 - El desplazamiento del fragmento proximal condiciona las posibles lesiones neurológicas (ver tema 28):
 - En las fracturas en extensión la lesión neurológica más frecuente es la del N. Interóseo anterior. (fragmento proximal hacia anterior). El paciente no puede hacer la "O" entre pulgar e índice (por denervación del flexor profundo del 2º dedo y el flexor largo del pulgar). No hay alteración sensitiva.
 - El desplazamiento postero-medial se asocia a lesiones del N. Radial. (Fragmento proximal a antero-lateral).
 - El desplazamiento póstero-lateral asocia lesiones del N. Mediano (Fragmento proximal a antero-medial).
 - Las fracturas en flexión asocian lesiones del N. Cubital. (Fragmento proximal hacia posterior).
 - En las fijaciones con agujas mediales la lesión neurológica más frecuente es la lesión iatrogénica del N. Cubital. En estos casos se debe retirar la aguja sin que este indicada la exploración del nervio.
 - **Infeción de las agujas:** Poco frecuente, se suele resolver con curas locales y antibióticos orales.
 - **Rigidez de codo:**
 - Menos frecuente que en adultos. Sobre todo ocurre en abordajes posteriores. También ocurren si no se redujo bien la fractura.

Hasta hace poco se consideraba que las lesiones del nervio radial eran las más frecuentes, pero recientemente se ha demostrado que la lesión más frecuente es la del nervio interóseo anterior (rama del nervio mediano)

- Miositis osificante:
 - Rara. Por manipulación agresiva o reducciones abiertas diferidas.
- Necrosis avascular de tróclea humeral: en fracturas muy distales. En la Rx se ve una imagen en "cola de pez". (Figura 13)
- Pseudoartrosis: excepcional.
- Cúbito varo:
 - Por una mala reducción.
 - Más frecuente en fracturas tipo II tratadas conservadoramente, debido a la impactación secundaria de la columna medial.
 - No suele haber limitación de la movilidad. La repercusión es fundamentalmente estética aunque puede asociar dolor e inestabilidad postero-lateral rotatoria del codo.
 - Se puede corregir mediante osteotomías en cuña de sustracción lateral, en cúpula o en cajón.
 - Cúbito valgo más raro, pero con mayor repercusión funcional.
- Fracturas asociadas: sobre todo en radio y cúbito distal.



- EN FLEXIÓN:
 - Poco frecuentes. Sólo 2-10 % de las supracondíleas.
 - Mecanismo lesional: traumatismo directo sobre el codo. El fragmento distal se desplaza hacia delante y la fractura aparece en flexión (angulación anterior) y valgo.
 - No existe clasificación, se puede aplicar la de Gartland.
 - Tratamiento:
 - ◆ Tipo I (no desplazada): si el ángulo diáfiso-condilar es $> 15-20^\circ$, algunos autores recomiendan yeso en extensión.
 - ◆ Tipo II (moderadamente desplazada, cortical posterior intacta): reducción + yeso en extensión, 3 semanas (pero puede provocar rigidez). También se puede realizar fijación con agujas.
 - ◆ Tipo III (completamente desplazada): suelen necesitar reducción abierta y colocación de agujas. Yeso a 90° , 3 semanas.
 - Complicaciones: muy frecuente la lesión del nervio cubital y el cúbito valgo.
- FRACTURAS DEL CÓNDILO EXTERNO:
 - Son las más frecuentes en el codo del niño tras las supracondíleas (17% de las fracturas de húmero distal).
 - Clasificación y tratamiento:
 - Se ha usado la clasificación de Milch (similar al adulto, vista anteriormente). Es más frecuente la tipo II (inestable). Sin embargo, **lo realmente importante es el grado de desplazamiento**. Aquellas fracturas con menos de 2mm de desplazamiento mantienen una continuidad en el cartílago articular.
 - La **clasificación de Sullivan** divide estas fracturas en:
 - ◆ Tipo I: Mínimamente desplazadas ($< 2\text{mm}$, cartílago articular indemne). Tratamiento conservador con controles Rx semanales para descartar nuevos desplazamientos
 - ◆ Tipo II: Desplazadas 2-4 mm, con afectación de la superficie articular. Tratamiento con agujas percutáneas (1,6 mm) + yeso, 3 semanas.
 - ◆ Tipo III: Desplazadas $> 4\text{mm}$. Frecuentemente el fragmento está rotado. Tratamiento con reducción abierta con abordaje lateral, sin desperiostizar la zona posterior del cóndilo (por ahí entran los vasos).

En las fracturas del cóndilo externo en niños lo más importante es el grado de desplazamiento

- Complicaciones:
 - Cúbito valgo (sobre todo) o varo: por desplazamiento secundario de la fractura.
 - Parálisis tardía del nervio cubital (más frecuente que la lesión aguda): por el cúbito valgo. Se trata mediante transposición y osteotomía varizante de húmero.
 - Pseudoartrosis
 - Osteonecrosis: suele ser iatrogénica por desperiostización de la zona cortical posterior, por donde entran los vasos. Si se ha producido por microtraumatismos o de causa desconocida se denomina enfermedad de Panner.
- FRACTURAS DEL CAPITELLUM:
 - Muy raras en niños.
 - Clasificación, clínica, diagnóstico y tratamiento similar a lo visto para adultos.
- FRACTURAS DEL CÓNDILO MEDIAL:
 - Sólo suponen el 1% de las fracturas de codo en niños.
 - Se pueden clasificar de forma similar a las del cóndilo lateral en función del grado de desplazamiento.
 - Tratamiento igual que las del cóndilo lateral, con abordaje medial.
 - Complicaciones: sobre todo cúbito varo y pseudoartrosis. Resto similar a cóndilo lateral.
- FRACTURAS DEL EPICÓNDILO:
 - Son muy raras. Se inmovilizan hasta que cede el dolor. El tratamiento quirúrgico está indicado sólo cuando el fragmento se encuentra intraarticular.
- FRACTURAS DE LA EPITRÓCLEA
 - Epidemiología:
 - La 3ª (14%) de las fracturas de codo en niños
 - Sobre todo en varones de 9-12 años.
 - **Se asocia (50%) a luxación del codo (sospechar)**
 - **Posible lesión nervio cubital**
 - Núcleo de osificación de la epitróclea se fusiona con 15-17 años
 - Son extraarticulares.
 - Mecanismo: Suelen ocurrir por avulsión, por valgo forzado.
 - Tratamiento:
 - Desplazamiento < 5 mm: férula a 90°, 3 semanas máximo, Retirada progresiva de la férula a partir de 7 días.
 - Desplazamiento > 5 mm: tratamiento conservador consigue buenos resultados clínicos. Cirugía si hay un fragmento encarcerado en la articulación, en fracturas abiertas, y para liberar al nervio cubital (cuando hay lesión completa del mismo). Puede estar indicado el tratamiento quirúrgico en pacientes deportistas.
 - Complicaciones:
 - Suele tardar mucho en conseguir los últimos 20° de extensión.
 - Lesiones neurológicas: del mediano y cubital.
 - Pseudoartrosis, sin importancia clínica.
 - Laxitud ligamentos colaterales, tampoco relevante clínicamente.

Las fracturas de epitróclea en niños se asocian en un 50% casos a luxación de codo

- **FRACTURAS DE LA FISIS HUMERAL DISTAL EN NIÑOS:**
- Son fracturas que ocurren a través de la fisis distal del húmero en niños **menores de 7 años**. En realidad, son fracturas supracondileas.
 - Poco frecuentes. Pueden aparecer como secuela de un traumatismo obstétrico (neonatos) o como resultado del maltrato a un niño.
 - El diagnóstico es difícil. **Lo más importante es que estas fracturas no pasen desapercibidas o sean diagnosticadas como luxación de codo.**
 - Puede ser necesario realizar una artrografía o RMN en caso de dudas.
 - Tres tipos según el grado de osificación de la epífisis lateral:
 - A: niños < 1 año. No hay centro de osificación. Es un Salter y Harris tipo I (sin fragmento metafisario). No se suelen diagnosticar casi nunca.
 - B: entre 1 y 3 años. Sí hay centro de osificación. Salter y Harris tipo I, o tipo II con un fragmento muy pequeño metafisario.
 - C: niños de 3-7 años. Salter y Harris tipo II (con fragmento metafisario).
 - Clínica: pasa desapercibido en lactantes. Se recomienda la ecografía en niños pequeños. Diagnóstico diferencial con la luxación de codo y con fracturas de cóndilo medial o lateral.
 - Tratamiento parecido a fracturas supracondileas (reducir en flexión y pronación + agujas percutáneas). Utilizar artrografía para localizar el fragmento distal. Si se diagnostica pasados 5-7 días es mejor no hacer nada, por el riesgo de lesión fisaria. Corregir de forma diferida las deformidades con osteotomías.
 - Complicaciones: La complicación más frecuente es el diagnóstico erróneo. Cúbito varo, lesiones neurovasculares (raras). Descartar que se trate de un niño maltratado.

Bibliografía básica recomendada:

1. Buchholz RW, Court-Brown CM, Heckman JD, Torneta PIII. Rockwood and green's Fractures in adults. 7ª ed, E. Lippincott WW, 2010.
2. Beaty JH, Kasser JR. Rockwood and green's Fractures in children. 7ª ed, E. Lippincott WW, 2010.
3. Herring JA. Tachdjian's Pediatric orthopaedics. 4ª ed Ed. Saunders, 2007.
4. Lieberman JR. AAOS comprehensive orthopaedic review, Ed. AAOS, 2009. p:49-70.
5. Sánchez-Sotelo J. Distal humeral fractures: Role of internal fixation and elbow arthroplasty. AAOS Instructional course lectures, 2012. Vol 61:203-213.

Bibliografía reciente:

1. O'Driscoll SW. Optimizing stability in distal humeral fracture fixation. J Shoulder Elbow Surg. 2005;14S:186S-194S.
2. Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. J Bone Joint Surg. 2008;90:112-1132.
3. Wong AS, Baratz ME. Elbow fractures: Distal humerus. J Hand Surg. 2009;34A:176-190.
4. Srinivasan K, Agarwal M, Matthews SJ, Giannoudis PV. Fractures of the distal humerus in the elderly: Is internal fixation the treatment of choice? Clin Orthop Relat Res. 2005;434:222-230.
5. Ek Et, Goldwasser M, Bonomo AL. Functional outcome of complex intercondylar fractures of the distal humerus treated through a triceps-sparing approach. J Shoulder Elbow Surg. 2008;17:441-446.
6. Vázquez O, Rutgers M, Ring DC, Walsh M, Egol KA. Fate of the ulnar nerve after operative fixation of distal humerus fractures. J Orthop Trauma 2010;24:395-399
7. Chen RC, Harris DJ, Leduc S, Borrelli JJ Jr, Tornetta P III, Ricci WM. Is ulnar nerve transposition beneficial during open reduction internal fixation of distal humerus fractures? J Orthop Trauma. 2010;24:395-399.
8. Becker EH, Stein J. Advancement in the treatment of distal humeral fractures. Current Orthop Pract. 2009;20:345-348.
9. Arnander MW, Reeves A, MacLeod IA, Pinto TM, Khaleel A. A biomechanical comparison of plate configuration in distal humerus fractures. J Orthop Trauma. 2008;22:332-336.
10. Sánchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW. Complex distal humeral fractures: Internal fixation with a principle-based parallel-plate technique. J Joint Bone Surg. 2007;89:961-9.
11. Sánchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW. Complex distal humeral fractures: Internal fixation with a principle-based parallel-plate technique. Surgical technique. J Joint Bone Surg. 2008;90 Suppl 2 (Part 1):31-46.
12. Shin SJ, Sohn HS, Do NH. A clinical comparison of two different double plating methods for intraarticular distal humerus fractures. J Shoulder Elbow Surg 2010;19:2-9.
13. Goel DP, Pike JM, Athwal GS. Open reduction and internal fixation of distal humerus fractures. Oper Tech Orthop. 2010;20:24-33.
14. Cil A, Veillette CJH, Sánchez-Sotelo J, Morrey BF. Linked elbow replacement: a salvage procedure for distal humeral non-union. J Bone Joint Surg. 2008;90A:1939-1950.
15. Prasad N, Dent C. Outcome of total elbow replacement for distal humeral fractures in the elderly; a comparison of primary surgery and surgery after failed internal fixation or conservative treatment. J Bone Joint Surg. 2008;90B:343-348.
16. Kalogrianitis S, Sinopidis C, El Meligy M, Rawal A, Frostick SP. Unlinked elbow arthroplasty as primary treatment for fractures of the distal humerus. J Shoulder Elbow Surg. 2008;17:287-292.
17. Kocher MS, Kasser JR, Waters PM, Bae D, Snyder BD, Hresko MT, et al. Lateral entry compared with medial and lateral entry pin fixation for completely displaced supracondylar humeral fractures in children. A randomised clinical trial. J Bone Joint Surg Am. 2007;89:706-12.
18. Bashyal RK, Chu JY, Schoenecker PL, Dobbs MB, Luhmann SJ, Gordon JE. Complications after pinning of supracondylar distal humerus fractures. J Pediatr Orthop. 2009;29:704-708.
19. Amirfeyz R, Stanley D. The Surgical Management of Complex Intraarticular Fractures of the Distal Humerus. Journal of Trauma and Orthopaedics, 2013 jun; Vol. 1: 52-56.
20. O'Driscoll SW. Fractures of the Distal Humerus: Plating Techniques. En Adult Trauma, cap 17. Ed Elsevier. 2012. DOI: 10.1016/B978-0-7020-3099-4.00017-5.
21. Meloy GM, Mormino MA, Siska PA, Tarkin IS. A paradigm shift in the surgical reconstruction of extra-articular distal humeral fractures: Single-column plating. Injury, 2013 sept [en prensa].
22. Wang Y, Zhuo Q, Tang P, Yang W. The Cochrane Collaboration. Surgical interventions for treating distal humeral fractures in adults (Review). Cochrane Database of Systematic Reviews, 2013, 1. Ed Wiley & Sons Ltd.
23. Sears BW, Puskas GJ, Morrey ME, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. Posttraumatic Elbow Arthritis in the Young Adult: Evaluation and Management. J Am Acad Orthop Surg, 2012; 20: 704-714.
24. Choo A, Ramsey ML. Total Elbow Arthroplasty: Current Options. J Am Acad Orthop Surg, 2013; 21: 427-437.
25. Glotzbecker MP, Bae DS, Links AC, Waters PM. Fishtail Deformity of the Distal Humerus: A Report of 15 Cases. J Pediatr Orthop, 2013 sept; Vol 33,(6): 592-597.