

Fracturas complejas del codo en el adulto

Adult elbow complex fractures

M.M. SÁCHEZ MARTÍN

SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA. HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO. CÁTEDRA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Introducción. Desde que el ser humano asumió la bipedestación, los requerimientos funcionales de la extremidad superior han cambiado principalmente desde la locomoción a la de posicionar su unidad terminal, la mano. Concretamente, el codo, con su movimiento de flexión y extensión, sirve como unión mecánica entre el hombro y el antebrazo y mano. La forma anatómica del húmero, con su extremo proximal inclinado casi 45° sobre su eje mayor, se corresponde con una inclinación similar de la garganta de la tróclea del olécranon para permitir una flexión y extensión completas sin comprometer o comprimir las estructuras vasculonerviosas y musculotendinosas anteriores (1).

La calidad funcional del codo después de fracturas del mismo, y en especial de las fracturas del tercio distal del húmero, está relacionada con el restablecimiento de sus relaciones anatómicas normales. La movilidad del codo está entorpecida por la pérdida de la inclinación anterior de 30° de la superficie articular distal del húmero, por estrechamiento o distorsión de la superficie articular de la tróclea humeral y por obstrucción de las fosas coronoidea y olecrania.

El único método de restablecer el normal alineamiento y contorno del húmero distal es quirúrgico, pero la fijación de los fragmentos debe ser lo suficientemente es-

table como para permitir la movilización del codo mientras se asegura su consolidación (2).

Definición de fracturas complejas de codo. Es importante reconocer la dificultad que existe en el empleo del término complejo en las fracturas del codo, ya que existen situaciones diversas que les proporcionan complejidad. Tales son, la característica de fractura articular, la conminución que acompaña a lesiones producidas por alta energía, la asociación por este motivo también de lesiones de los tejidos blandos que gobiernan la viabilidad de la extremidad superior y, finalmente, también por la misma razón, de otras lesiones en el aparato locomotor (polifracturados) y en otros órganos y sistemas (politraumatizados). Por tanto, es en este contexto que hay que valorar la realidad de lesión compleja (1).

Haciendo abstracción de la necesidad de priorizar el tratamiento de lesiones orgánicas que comprometen la vida -y que pueden retrasar en cierto modo el tratamiento precoz ideal de estas lesiones traumáticas del codo- los problemas que realmente proporcionan complejidad a estas lesiones son las lesiones de las partes blandas y las propiamente articulares.

Las lesiones combinadas del polifracturado de la extremidad superior compromete-

Correspondencia:
Sánchez Martín MM
Regalado, 13
47002 Valladolid
Sanmar@med.uva.es

ten la acción coordinada de las articulaciones glenohumeral, codo, antebrazo y carpiana, que es básica y requiere un enfoque integrado del tratamiento de las lesiones esqueléticas y de las partes blandas.

Los tipos de *lesiones combinadas* pueden ser numerosos y a veces asociados a traumatismos complejos que afectan a otros aparatos del organismo. Las lesiones combinadas de la extremidad superior pueden ser fracturas a diferentes niveles del mismo hueso (fracturas segmentarias) o fracturas múltiples que afectan a diferentes regiones del miembro superior (3). A mayor nivel de energía hay mayores posibilidades de asociación de lesión de partes blandas, y aunque el tratamiento de urgencia de las lesiones viscerales, vertebrales, cardiopulmonares, sea prioritario, el traumatólogo tendrá in mente el impacto que la incapacidad a largo plazo pueda suponer el tener una atención deficiente o no mejor de las lesiones múltiples de la extremidad superior (4).

Lesión de partes blandas. Aunque ciertas lesiones esqueléticas son exclusivamente cerradas, con frecuencia en el politraumatizado existen lesiones de partes blandas, incluso con una cobertura de piel intacta. Por ello, Tcherne y Goteen (5) han establecido una clasificación para definir algunos de estos tipos en lesiones cerradas I, II y III, y fracturas abiertas I-IV.

Es una lesión **cerrada I** cuando existe una lesión focal pero importante de partes blandas junto a una fractura cerrada; por ejemplo una lesión del nervio cubital en una fractura de epitróclea, con una recuperación variable.

Cerrada II es también una lesión focal pero con lesión esquelética y de partes blandas más compleja. Por ejemplo, lesiones por encima o debajo del codo, pero que curan sin problemas.

Cerrada III es una lesión ósea compleja, articular o mixta, asociada a lesión más extensa de partes blandas que conlleva compromiso vasculonervioso, síndrome de compartimento o "pelado" del esqueleto de su envoltura muscular vascularizada, es decir denudación ósea, que determina secuelas permanentes en forma de una mano rígida o con mala sensibilidad.

Fracturas abiertas I-IV. Aunque los principios de tratamiento de estas lesiones son similares a los de la extremidad inferior (6), existen algunas variantes para tales lesiones combinadas del miembro superior, en cuanto a aplicación de osteosíntesis y fijación externa. Se ha reconocido el papel de la osteosíntesis en las lesiones abiertas de la extremidad superior (7). Por ello, hay pocas situaciones en que sea preferible la fijación externa a la interna (osteosíntesis) (8,9), incluyendo heridas muy contaminadas de granja, heridas por arma de fuego de alta energía, quemaduras térmicas o eléctricas y heridas tan complejas de partes blandas, o de pérdida de hueso o mixtas en las que se requiera fijación externa para conseguir alineamiento y corrección del acortamiento. En la extremidad superior, la colocación de tornillos de fijación externa se complica por la orientación exacta de las estructuras vasculonerviosas sobre el esqueleto. Por esta razón, se recomienda hacer incisiones pequeñas y utilizar guías de fresas para aminorar la lesión de las partes blandas.

Lesiones segmentarias. Una lesión segmentaria en el codo se refiere a la presencia de codo flotante, es decir la fractura del hueso por encima y debajo de la articulación del codo (10). También se incluye la lesión mixta, ósea o articular. Un tercer tipo serían lesiones con o sin lesión articular directa, con lesión vasculonerviosa o de las partes blandas o mixtas que puedan afectar finalmente al resultado final y que son cruciales a la hora de tomar decisiones terapéuticas (8,5).

Biomecánica.

Anatomía del húmero distal. La extremidad distal del húmero consta de dos columnas, medial y lateral, separadas por la fosa olecraneana y la tróclea. La columna medial se ensancha en una angulación más cerrada que la lateral, terminando a un centímetro por encima de la superficie articular de la tróclea. El borde externo de cada columna se denomina cresta supracondílea. La parte más distal del húmero lo forman el cóndilo medial y lateral; cada uno tiene su parte articular y no articular. Las no articulares son los epicóndilos y la porción articular me-

dial, la tróclea y la lateral, el capitellum (11).

La columna externa del húmero distal diverge de la diáfisis formando entre sí un ángulo de 20°, para terminar formando el capitellum. Inmediatamente por encima de éste, en su parte anterior, existe una pequeña depresión, la fosa radial, que recibe a la cabeza radial en la flexión máxima del codo. La cara posterior del cóndilo externo tiene una carilla lisa justo por encima de la superficie articular, que acepta bien una placa de osteosíntesis. Al colocar los tornillos en esta zona no hay que penetrar en la superficie articular del capitellum o en la fosa radial.

La columna medial diverge más, unos 40° a 45°, sobre el eje mayor del húmero, y su parte distal termina inmediatamente por encima de la tróclea, para formar la epitróclea o epicóndilo interno; por detrás de ella se sitúa inmediatamente el nervio cubital.

Entre ambas columnas, en su parte distal, se encuentran la tróclea humeral y la superficie articular del cóndilo interno. La articulación húmero-trocleea es la principal articulación del codo. La tróclea tiene forma de bobina, carrete o diábolo con dos bordes prominentes, más el interno, y un surco o garganta central que se articula con la gran cavidad sigmoidea del cúbito. El surco central comienza por delante de la fosa coronoidea y termina por detrás en la fosa olecraneana. Tiene, pues, una dirección oblicua que produce el ángulo de dirección del valgo del antebrazo cuando el codo se mantiene en extensión. En principio, el arco de flexión/extensión depende de esta articulación, aportando estabilidad intrínseca por los bordes de la tróclea humeral.

Cuando se realiza la reducción y osteosíntesis de las fracturas de esta zona lo más importante es restablecer la anatomía del extremo distal del húmero, debiendo evitarse acortar la anchura de la tróclea ya que produciría un mal ajuste en ella de la cavidad sigmoidea mayor del cúbito.

Así, en el tratamiento de reducción y osteosíntesis de las fracturas supracondíleas del húmero, es fundamental mantener el concepto columnar, ya que una fijación con buen agarre de los tornillos en hueso cortical existe en los bordes de las columnas más que

en la zona central de la parte distal, donde el hueso es delgado. Entre las dos columnas laterales y la tróclea central se establece un triángulo, que debe mantenerse estable para poder realizar la movilización precoz postoperatoria del codo; cualquier debilidad de una parte del triángulo debilita el conjunto.

Estabilidad. La inestabilidad compleja del codo es la situación que deriva de la lesión y la pérdida de función que resulta del daño a la superficie articular y a las estructuras ligamentosas que estabilizan el codo (12).

Elementos articulares. Para llegar a este concepto hay que suponer que la extremidad inferior del húmero está intacta, de forma que pueda entenderse qué participación tienen en la estabilidad normal del codo la cabeza del radio y la apófisis coronoides: del lado ligamentoso las estructuras comprenden el ligamento colateral medial y la porción lunar del ligamento colateral externo.

Cabeza radial. Es bien sabido que la cabeza radial se puede reseca sin alterar la normal estabilidad del codo. Por tanto, la contribución de la articulación radiohumeral a la estabilidad del codo se encuentra en íntima relación y dependencia con la integridad de los ligamentos laterales. Como la estabilidad en valgo es la mejor estudiada, ya que el radio participa en la parte externa del codo, los datos experimentales han demostrado claramente que la resistencia al estrés en valgo que proporciona la cabeza radial es mínima (13) cuando el ligamento colateral interno está intacto. Sin embargo, si éste se encuentra adelgazado o roto, la articulación radiohumeral ofrece bastante resistencia al estrés en valgo; de ahí que en la prevención de la inestabilidad en valgo el principal factor es el ligamento interno y secundariamente la cabeza radial.

Cúbito proximal. La articulación humerocubital es la que determina fundamentalmente la estabilidad del codo. La contribución del olécranon es escasa y en relación lineal con la importancia de la resección de la parte proximal del codo. Aunque faltan estudios dinámicos, parece ser que es necesario al menos un 30% de la porción articular del cúbito para tener estabilidad, como lo es la inserción de los ligamentos colaterales.

Coronoides. Aunque no hay datos experimentales de laboratorio, la experiencia clínica sugiere que al menos debe existir un 50% de la coronoides para que la articulación humerocubital sea funcional. En clínica la funcionalidad de la coronoides se mide por el ángulo de apertura, es decir, el formado por la línea que conecta la punta del olécranon y de la coronoides y la línea del eje mayor del cúbito; normalmente, ambas forman un ángulo de 30°. Las fracturas que afectan a más del 50% de la coronoides reducen a 0 dicho ángulo (12).

Elementos ligamentarios. La contribución relativa que hacen los ligamentos colaterales interno y externo a la estabilidad en varo/valgo con el codo en flexión y extensión se ha estudiado experimentalmente (14), y la investigación ha demostrado que los ligamentos laterales aportan aproximadamente el 50 por ciento de la estabilidad en la articulación y el otro 50 por ciento, las superficies articulares. La única excepción es con el codo en extensión completa; en estas condiciones la parte anterior de la cápsula resiste los estreses en varo y valgo. Esto puede tener su importancia en pacientes que han sufrido una fractura-luxación con rotura de ambos ligamentos laterales, así como la parte anterior de la cápsula.

De una manera concluyente, Morrey (12) afirma que el primer principio para tratar las lesiones complejas del codo es restablecer el elemento esencial, es decir, la articulación humerocubital. Esto se consigue haciendo una reducción que mantenga intacta la articulación o, si se han fracturado la coronoides o el olécranon, mediante osteosíntesis. El segundo principio es que la cabeza radial es un estabilizador secundario importante, de forma que si los ligamentos laterales se han lesionado, la cabeza radial debe ser restaurada o sustituida.

Fracturas del húmero distal. En principio, pueden clasificarse en fracturas columnares o supracondíleas y fracturas de la superficie articular (capitellum y tróclea).

Fracturas supracondíleas del húmero. Se trata de fracturas complejas que plantean, según Ring y Júpiter (15), tres retos impor-

tante al cirujano traumatólogo. El primero es el hueso porótico en sujetos de edad que impide un buen asentamiento de los fragmentos y fijación de los tornillos de osteosíntesis. En segundo lugar, las lesiones complejas de los adultos jóvenes, producidas por alta energía, muchas veces abiertas, con fracturas asociadas del mismo u otros miembros y lesiones viscerales concomitantes; esto obliga a hacer desbridamiento de las partes blandas, tratar el síndrome de compartimento o las lesiones vasculonerviosas, así como una coordinación con el cirujano general. En tercer lugar, la fragmentación articular, ya que la mayoría de estas fracturas afectan a la superficie articular en forma de conminución en ambos planos y algunos fragmentos son difícilmente fijables con tornillos.

Clasificación. Una de las clasificaciones prácticas que emplean Ring y Júpiter (15) es la de Mehne y Matta (16), que es útil para identificar las fracturas columnares bajas. Distinguen las fracturas en Y o T altas de las fracturas en T bajas (Fig. 1), que dejan pequeños fragmentos articulares. En las denominadas fracturas en H, la columna medial está fracturada arriba y abajo del epicóndilo interno y la tróclea está separada completamente del resto del húmero distal. Son especialmente difíciles de tratar las fracturas que pasan por la columna medial y lateral cerca de la articulación, por la dificultad de manejo de los pequeños fragmentos distales recubiertos de cartílago en la mayor parte de su superficie.

Jupiter y cols.(17) llaman especialmente la atención sobre el hecho de que la fragmentación de la superficie articular puede presentarse en dos planos (fractura multipanar). Una línea frontal de la superficie articular puede no ser reconocida si no se hace una adecuada exposición de la superficie articular; estos fragmentos a menudo completamente articulares son difíciles de fijar.

Por su parte, O'Driscoll y cols.(18), de la Clínica Mayo, hacen hincapié en las denominadas fracturas "machacadas" del húmero distal, producidas por alta energía, como en accidentes de vehículos motorizados o por caídas desde gran altura, y que presentan retos especiales al cirujano. No

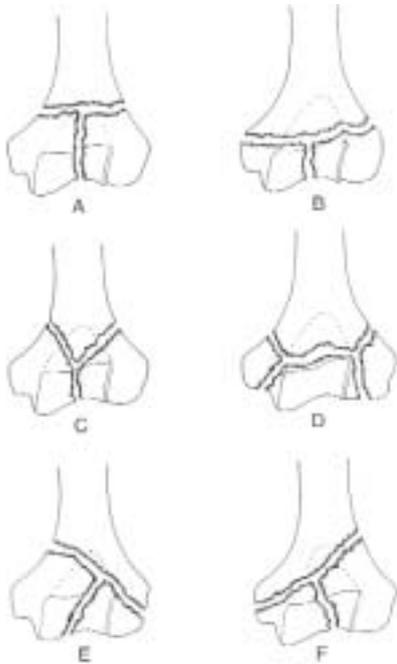


Figura 1. Clasificación de las fracturas supracondíleas del húmero (según Mehne y Matta).

sólo presentan extensa conminución de la superficie articular y de la región metafisaria supracondílea, sino también pérdida ósea marcada. Para empeorar más las cosas, estos codos tienen heridas y, a veces, con pérdida de sustancia de partes blandas.

Estos autores establecen los objetivos siguientes:

1. Curación de las partes blandas sin infección.
2. Restauración del hueso diafisario.
3. Unión entre los fragmentos distales y la diáfisis.
4. Conseguir una articulación estable y móvil.

Tratamiento. Para empezar, es preferible fijar las fracturas de urgencia, incluso cuando existan marcadas lesiones de las partes blandas con pérdida de sustancia o contaminación. La herida es más limpia así que pueda estarlo días después, una vez realizado un cuidadoso desbridamiento quirúrgico.

Abordaje. El abordaje de estas fracturas se hace por vía posterior, a través de osteotomía del olécranon. Es la técnica habitual salvo que el paciente pueda ser candidato a una artroplastia total de codo (15).

La osteotomía del olécranon puede ser intraarticular o extraarticular (19). La ex-

traarticular sólo es útil en el tipo C1 de la clasificación AO de estas fracturas (20), es decir, fracturas sin conminución, en que un olécranon intacto pueda utilizarse como plantilla para reducir los cóndilos humerales y no se precisa de mayor exposición intraarticular. Para los tipos C2 y C3 es preferible hacer una osteotomía intraarticular, pues se necesita ver directamente la superficie articular para conseguir reducción anatómica exacta. La osteotomía intraarticular puede ser transversal o en chevron (acento circunflejo). Lo mejor es hacerla con sierra microoscilante para cortar hasta el hueso subcondral, y luego completarla a escoplo, apalancando y creando una fisura en el cartílago articular. De esta manera se evita pérdida de hueso articular de manera innecesaria y se proporciona una superficie irregular engranada para la reducción ulterior de la osteotomía. Antes de hacer la osteotomía es útil preparar el paso del tornillo con broca y trefina en el olécranon para el tipo de fijación que se prefiera hacer.

La osteotomía en chevron facilita la estabilidad y consolidación del fragmento olecraneano. La osteotomía debe hacerse justo al fondo de la escotadura de la tróclea, en una zona no articular, lo cual puede verificarse levantando el ancóneo de la cara externa de la articulación y abriendo la cápsula. La osteotomía del olécranon se fijará con un obenque. Algunos, estudiando experimentalmente los diferentes medios de osteosíntesis, proponen mejor la fijación de las agujas con cable a tensión, lo mismo que para fracturas del olécranon (21).

Filosofía AO. Fracturas no complicadas. Se trata de restablecer anatómicamente el hueso fracturado. Primero se fijan los fragmentos articulares entre sí y luego a las columnas. En algunas fracturas en lambda es fácil reparar la columna en el lado en que la fractura es más proximal para luego reconstruir la articulación en la base. Cuando se trata de fracturas articulares simples, se reducen y su superficie se fija con tornillos de esponjosa de rosca parcial o bien de cortical, haciendo compresión entre sí de los fragmentos articulares medial y lateral. Los fragmentos articulares se fijan temporal-

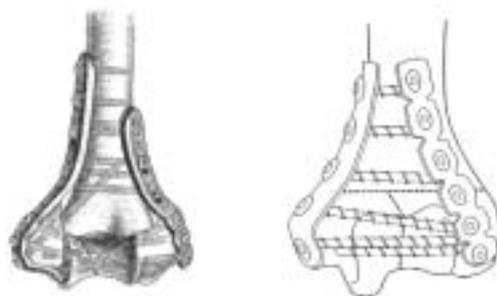


Figura 2. Composición de la técnica de Clínica Mayo (A) y AO (B) donde se aprecian las diferencias reseñadas en el texto, sobre los detalles de la técnica de osteosíntesis con dos placas.



Figura 3. Fractura supracondílea de húmero tratada mediante osteosíntesis con dos placas precontorneadas. Proyección a-p y lateral.

mente a las columnas con agujas de Kirschner. Jupiter utiliza, lo mismo que los seguidores de la filosofía AO, dos placas de reconstrucción de 3.5 mm contorneadas, aplicadas al húmero distal en un plano más o menos perpendicular entre sí, por ejemplo una medial en la columna medial y otra posterior en la columna lateral.

Fracturas complicadas. Son difíciles de fijar. En las fracturas columnares bajas los fragmentos distales son completamente articulares, dejando una superficie limitada para los implantes, habiendo técnicas especiales para las fracturas en T bajas en forma de lambda o H.

El epicóndilo interno entero está dispuesto para la osteosíntesis. Para las fracturas bajas de la columna medial es útil utilizar una placa contorneada de 3.5 mm alrededor y bajo el epicóndilo interno que se dobla, adapta y permite colocar a su través al menos dos tornillos y en el fragmento articular medial. Además, el tornillo más distal de la placa se orientará paralelo a la diáfisis del húmero y a 90° con el tornillo más proximal, creando así un montaje bloqueado estable.

La fijación de la columna externa tiene la ventaja de que no es articular en su parte posterior, lo que permite aplicar ahí una placa que rodea al capitellum. Además, permite poner más tornillos en el fragmento distal, con buen agarre.

Como refuerzo, puede ponerse una tercera placa en la parte externa de la columna lateral o en la medial, útil cuando el fragmento distal es muy pequeño y sólo acepta 1 ó 2 tornillos por placa, o si el hueso es de mala calidad (22).

Filosofía Clínica Mayo. O'Driscoll y cols.18 estiman que es fundamental partir de la base que colocar dos placas colocadas perpendiculares entre sí a 90 grados, como recomienda la AO, es un mal concepto, ya que los que lo emplean aportan resultados no satisfactorios en un 20 a 25% de los pacientes (Fig. 2).

Una filosofía alternativa de los autores, empleada en los últimos 11 años, consiste en llevar al máximo la fijación de los fragmentos distales y establecer compresión siempre a nivel condíleo, lo cual permite re-

alitzar una programación de rehabilitación intensiva a las 36 horas de la operación, con movilización activa completa sin protección externa.

En cuanto a la osteosíntesis, una placa tubular de un tercio no es bastante fuerte. Emplean mejor una placa precontorneada DuPont (Howmedica) en el lado externo y colocada posterior para evitar rozar o hacer cortes en el tendón extensor común y en el complejo ligamentario externo. Se colocará otra placa en el lado interno que estará ligeramente contorneada para aportar compresión adicional a la región metafisaria. También y con esta intención se podrán recortar los bordes irregulares del fragmento diafisario.

El montaje con 2 placas paralelas ha demostrado que aporta excelente estabilidad, incluso cuando hay defectos supracondíleos. Schemitsch y cols. han demostrado que la combinación de una placa DuPont medial y lateral en planos paralelos es más resistente que colocadas a 90 grados entre sí, como recomienda la AO y la mayoría de los cirujanos (18) (Fig. 3).

Problemas especiales. Fragmentación de la superficie articular. Conviene identificar la falta o pérdida de fragmentos de la tróclea. Cuando son muchos y pequeños se produce un espacio libre. Si la tróclea está bien fija con un tornillo interfragmentario el surco troclear se estrecha, lo cual disminuye la estabilidad y la congruencia articular y predispone a artrosis. Pero si se identifica previamente se deben tomar las medidas de la tróclea con una plantilla. Se fija provisionalmente con agujas bien alineadas y se pasa un tornillo cortical de 3.5 mm o esponjosa de 4 mm por el centro de la tróclea para mantener los fragmentos en posición. Si el defecto es grande se injertará con hueso ilíaco.

Los fragmentos en el plano frontal se ven con frecuencia y son completamente articulares y lo mismo para el fragmento troclear flotante de las fracturas en H. Estos fragmentos deben fijarse con implantes bajo el cartílago, como tornillo de Herbert o equivalentes, pequeñas agujas de Kirschner fileteadas o tornillos de minifragmentos hundidos.

Osteopenia severa. Es una situación no

infrecuente en estas fracturas. Una vez hecha la osteosíntesis con dos placas se comprueba la estabilidad del montaje con un movimiento de flexión y extensión completo, y si se comprueba movimiento en algún punto se añadirá una tercera placa. De otra manera, se extrae el tornillo, se rellena el trayecto con cemento óseo con una jeringa y se reinserta. Cuando el cemento empieza a endurecer, se da media vuelta más al tornillo. Si estas medidas no son suficientes se aplica una inmovilización hasta conseguir la consolidación y, pensando en que se producirá rigidez del codo, se propondrá al paciente artrolysis del codo una vez consolidada la fractura.

El postoperatorio consistirá en aplicar una ortesis o férula en extensión durante la noche, que se retira por la mañana, recomendando al paciente movilización pasiva a favor de la gravedad y, luego, las actividades de la vida diaria sin forzar el codo, entre otras cosas para evitar osificaciones heterotópicas.

Complicaciones. El dolor en el codo después de esta fractura suele estar en relación con la no consolidación de la fractura, limitación de la movilidad (rigidez), artrosis o inestabilidad humerocubital y compresión del nervio cubital, así como las propias de la osteotomía del olécranon.

Rigidez. Se sabe de siempre que esta operación de osteosíntesis de fracturas de la extremidad distal del húmero se acompaña frecuentemente de rigidez, incluso con las modernas técnicas de osteosíntesis, y que aparece cuando no se hace rehabilitación precozmente. Para solucionar esto puede hacerse artrolysis, pero siempre con la fractura bien consolidada, pues de otra manera puede producirse seudartrosis o callos viciosos, ambos más difíciles de tratar que la rigidez.

Neuritis cubital. Suele presentarse cuando hay problemas de consolidación, por adherencias del nervio en el lado interno. Incluso en pacientes que no acaban de encontrarse bien después de haber realizado osteosíntesis de estas fracturas, la neuritis cubital suele ser responsable del malestar o dolor en el codo, por lo que es recomendable realizar neurolysis y transposición anterior del mismo (23). Para evitarlo, es mejor que

en todos los casos de tratamiento de fracturas del húmero distal se haga profilácticamente transposición anterior del cubital, al menos a 6 cm por encima.

No unión. Es una situación compleja en la que coinciden todas las dificultades. Pero incluso en pacientes mayores se puede conseguir su reconstrucción mediante osteosíntesis más injertos óseos (24). La artroplastia total de codo deberá reservarse probablemente para pacientes con demandas funcionales relativamente bajas (25,26).

Fracturas de la superficie articular. Se trata de las fracturas del capitellum y de la tróclea humeral en el plano frontal, es decir, que son paralelas a la superficie anterior de la diáfisis humeral. Los fragmentos son articulares, con una cantidad variable de hueso y poca o ninguna inserción de partes blandas en los fragmentos. Se producen por mecanismo de cizallamiento, situándose el fragmento por delante y arriba de su situación anatómica. Su pequeño tamaño hace difícil la osteosíntesis (27).

Las radiografías estándar pueden dar lugar a equívocos ya que el fragmento tiene gran cantidad de cartílago no visible y poco hueso. También se ven mal las fracturas no desplazadas o apenas. El signo de la almohadilla grasa (desplazamiento posterior de la almohadilla grasa) en radiografía lateral tiene mucho valor diagnóstico. La tomografía o la TAC pueden ayudar a definir el tamaño, desplazamiento y conminución del fragmento.

Fracturas del capitellum. Se describen tres tipos: I (fractura de Hahn-Steinthal) que afecta a la mayor parte del capitellum; el tipo II (fractura de Kocher-Lorenz) que afecta al cartílago articular, con poco hueso subcondral; y el tipo III o fractura conminuta.

Se pueden reducir por vía posterior y fijar el fragmento (tipo I) previamente reducido desde la parte posterior del cóndilo externo, con dos tornillos de rosca distal. Las fracturas tipo II y III son más difíciles porque no tienen hueso subcondral, recomendándose extraer el fragmento/s. Suelen acompañarse de pérdida de movilidad sobre todo de extensión.

Fractura de la tróclea. Es rara de forma

aislada y suelen acompañar a fracturas de ambas columnas, especialmente el tipo en H, o a luxaciones del codo.

Se abordarán las fracturas desplazadas. Los fragmentos grandes se fijan a través de un abordaje posterior transolecraneano, y los pequeños se extirpan.

Fractura del antebrazo proximal. En ausencia de inestabilidad asociada, las fracturas conminutas del cúbito y radio responden bien al tratamiento de extirpación. Sin embargo, antes de proceder a la extirpación y, para prevenir ulterior desestabilización, hay que comprobar la integridad del ligamento lateral interno, membrana interósea y articulación radiocubital distal. Si persiste inestabilidad o en otras situaciones específicas, como por ejemplo fractura de apófisis coronoides, deberá indicarse osteosíntesis. Ésta debe proporcionar suficiente estabilidad para permitir la movilización precoz de las tres articulaciones que forman el codo.

Fracturas del olécranon. De Lee y cols. (29) clasifican las fracturas del olécranon en dos tipos: no desplazadas (tipo I) (Fig. 4) y desplazadas (tipo II), y éstas, a su vez, en cuatro grupos: por avulsión (II-A), oblicua y transversal simple (II-B), conminuta (II-C) y fractura-luxación (II-D).

Las fracturas del tipo I o no desplazadas pueden tratarse con inmovilización y movilización precoz. Las fracturas por avulsión se tratan más a menudo mediante excisión del fragmento y reinsertión del tríceps lo más próximo a la línea articular en el hueso o mediante un obenque (Fig. 5). Las fracturas oblicuas y transversales simples se tratan con una variante de la técnica del obenque de la AO.

Las fracturas conminutas, sin inestabilidad y con apófisis coracoides íntegra, se tratan mejor mediante excisión de los fragmentos. Según McAusland y Wyman (30) puede extirparse todo el olécranon si la apófisis coronoides y las partes blandas anteriores se encuentran intactas. En cambio, la excisión de fragmentos está contraindicada si las partes blandas anteriores están lesionadas, la coronoides fracturada o la cabeza del radio o la diáfisis cubital se encuentran luxadas hacia delante. Las fractu-

ras conminutas que no entran en estos criterios deberán tratarse mediante osteosíntesis complementada con neutralización de un obenque o placa para conseguir resultados satisfactorios.

A pesar de los buenos resultados publicados después de la fijación de fracturas y osteotomías del olécranon todavía existen problemas como pérdida de fijación, no unión y necesidad de hacer cirugía de revisión. En este sentido, se han recomendado varios tipos de osteosíntesis pero poco se ha evaluado aplicando fuerzas de carga cíclicas relevantes clínicamente en niveles de estreses apropiados.

Hutchinson y cols. (31), en un estudio en el cadáver, emplean dichas cargas que simulan movimientos activos amplios y empujar hacia arriba desde una silla. Cada espécimen fue sometido a osteosíntesis de una fractura transversal simulada con un montaje intramedular y un obenque fijado en la cortical, seguido de fijación con un tornillo de esponjosa de 7.3 mm de diámetro con o sin obenque. Posteriormente se colocaron galgas sobre el lado de tensión y anteriormente cerca de la superficie articular. Como resultado de la experimentación, ambos sistemas que comportan la aplicación de un tornillo esponjoso de 7.3 mm de diámetro, proporcionan fijación más estable, casi 5 veces mayor que el que proporcionan las técnicas de cerclaje sobre agujas de Kirschner. El empleo de un obenque junto a un tornillo intramedular mejora la estabilidad de la fijación. En ninguno de los montajes ocurrió que el obenque AO condujera a compresión en el espacio de la osteotomía. En conclusión, el empleo de un tornillo de 7.3 mm junto a un obenque o banda de tensión proporcionan mejor fijación de una fractura transversal desplazada simulada que la que proporcionan las agujas de Kirschner y una banda de tensión o solamente el tornillo. El principio de la AO de convertir las fuerzas de tensión posteriores en fuerzas de compresión articulares no se ha demostrado en este trabajo. Por lo tanto, los autores cuestionan la validez del concepto de las bandas de tensión en la fijación de fracturas del olécranon, y recomiendan movilización pasiva mejor que activa en el postoperatorio



Figura 4. Clasificación de las fracturas del olécranon (según DeLee).

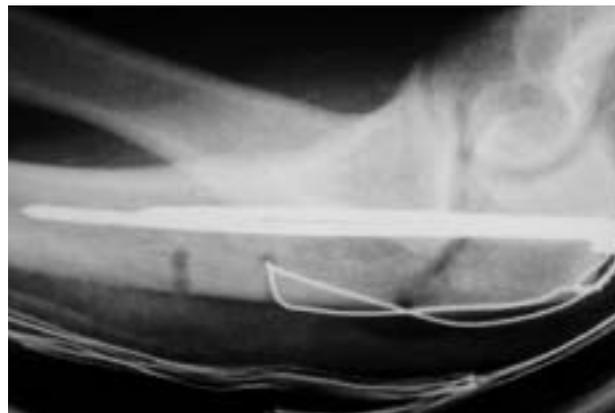


Figura 5. Fractura de olécranon y osteosíntesis mediante obenque.

inmediato para evitar posible distracción en el foco de fractura.

Fracturas de la cabeza del radio. Son unas de las fracturas más frecuentes del adulto. Mason (32) las clasificó en tres tipos: no desplazadas (tipo I), marginal con desplazamiento (tipo II) y conminutas (tipo III). Johnston (33) añadió otro tipo, las asociadas a luxación de codo (tipo IV) (Fig. 6).

Las fracturas no desplazadas se tratarán mejor mediante punción aspiradora y movilización precoz. Las conminutas sin inestabilidad mediante excisión de la cabeza del radio y movilización precoz. El tipo IV requiere estabilización o sustitución artroplástica. El tipo II debe valorarse adecuadamente y tratarse de varias maneras. Mason recomienda extirpar la cabeza si se encuentra afectada en más de un cuarto de su diámetro. Radin y Riseborough (34) recomiendan su extirpación si se afectan más de dos tercios de su superficie articular (Fig. 7). También puede te-



Figura 6. Clasificación de las fracturas de la cabeza del radio, según Mason y modificada por Johnson.



Figura 7. Fractura conminuta de cabeza de radio (A). Tratamiento mediante resección de la misma (B).

ner éxito el tratamiento conservador.

Más recientemente se ha propuesto osteosíntesis con resultados satisfactorios (35).

La sustitución protésica, una vez extirpada la cabeza del radio, tiene ventajas teóricas con resultados variables. Actualmente, la única indicación de ello es la fractura conminuta de la cabeza del radio asociada a inestabilidad del codo, antebrazo o muñeca (lesión de Essex-Lopresti), en que la osteosíntesis de la fractura no es posible.

Fracturas-luxaciones del codo.

Tipos de lesión. Según Heim los tipos de fractura-luxación del codo pueden agruparse de acuerdo a la rotura más o menos marcada de los ligamentos capsulares y de la lesión de los componentes óseos y articulares de los que depende la estabilidad del codo. Desde un punto de vista práctico es instructivo considerar estos frenos anatómicos como un anillo estructurado con columnas en la parte anterior, posterior, medial y lateral, que contribuyen a la estabilidad. La posibilidad de inestabilidad recidivante o crónica es tanto mayor cuantos más componentes del anillo de lesiones. Además, cuando existe evidencia radiográfica de rotura de un componente, como fractura conminuta de la cabeza del radio es posible que haya ocurrido una segunda rotura del anillo, tal que el ligamento lateral interno (36).

Lesiones solamente de ligamentos. En la luxación de codo simple sólo se rompen ligamentos pudiendo asociarse una fractura. En las luxaciones posteriores puras o simples suelen romperse todas las estructuras capsuloligamentosas y musculares de manera variable. En este caso hay suficiente estabilidad, una vez reducida de luxación, como para permitir movilización activa precoz de la articulación.

Si persiste inestabilidad podría deberse a interposición de partes blandas o atrapamiento de un fragmento cartilaginoso u osteocartilaginoso en la articulación. No es bueno mantener inmovilización después de una luxación.

Lesión de ligamentos y de cabeza radial. Aquí el problema es más complicado ya que la fractura de la cabeza radial impide el con-

tacto en compresión de la misma contra el capitellum humeral y compromete la posibilidad de que los ligamentos colaterales cicatricen con una tensión fisiológica adecuada.

Si se extirpa la cabeza del radio, sin sustitución protésica, daría lugar a problemas. Cuando se exponga la cabeza radial, el ligamento lateral externo debe ser reparado insertándole en el hueso con perforaciones o anclajes.

La reparación de la fractura puede hacerse con minitornillos a compresión, que no deben bloquear el movimiento de rotación. Smith y Hotchkiss (37) describen en el cadáver una zona de seguridad para aplicación de los tornillos y placas en la cabeza y cuello del radio con el fin de que no interfieran en la rotación del antebrazo, mediante tres puntos de referencia en el sitio en que se cortan los diámetros anteroposteriores de la cabeza del radio con el antebrazo en supinación completa, rotación neutra y pronación completa. El límite anterior para fijación es un punto a 2/3 de distancia de la marca hecha en rotación neutra a la marca hecha en supinación completa. El límite posterior es un punto a mitad de camino entre las marcas hechas en rotación neutra y pronación completa. El defecto creado al reponer los fragmentos se rellenará con injerto óseo esponjoso autólogo. La fijación puede hacerse con tornillos tipo Herbert o agujas de Kirschner fileteadas, hundidas bajo el cartílago; también, con agujas reabsorbibles.

Después de esta táctica de osteosíntesis puede ocurrir retardo de consolidación u osteonecrosis, sobre todo si se han desgarrado las partes blandas con el traumatismo.

Estas operaciones son difíciles y el cirujano debe estar preparado para reseca la cabeza del radio y sustituirla con una prótesis. Cuando la cabeza del radio está conminuta y no se puede reparar se indicará la prótesis.

Las prótesis pioneras en acrílico y silicona se rompen y producen sinovitis por partículas; por ello, hoy se utilizan prótesis metálicas.

Una vez que la cabeza del radio ha sido reparada o sustituida, se comprobará la estabilidad del codo movimiento la articulación al completo. Si el codo se relaja a más de 30° de flexión debe reevaluarse una vez

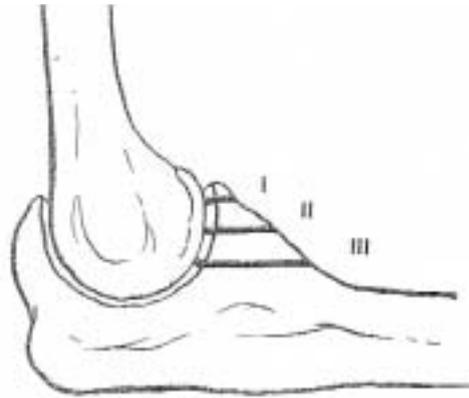


Figura 8. Clasificación de fracturas de apófisis coronoides (según Regan y Morrey).

reparado el complejo ligamentario lateral, y si persiste, también el ligamento lateral interno. En el raro caso de que persista excesiva inestabilidad hecha la reparación de cabeza de radio y de los ligamentos, se puede aplicar un distractor de charnela que permita movilizar activamente el codo y que asegure que los ligamentos curen a tensión fisiológica (38).

Lesión de ligamentos, cabeza del radio y apófisis coronoides. Cuando en una fractura-luxación se afectan la apófisis coronoides aumenta la amenaza de inestabilidad recidivante crónica del codo. En la mayor parte de los casos también está fracturada la cabeza del radio. Esta asociación de lesiones se conoce como "triada terrible" del codo de Hotchkiss, que predispone a reluxación aguda, así como a inestabilidad crónica y artrosis traumática.

El tamaño de la fractura de la coroides varía desde un pequeño fragmento marginal a otro suficientemente grande (Fig. 8) como para que en él vaya incluido el haz anterior o coronoideo del ligamento lateral interno. Esta lesión comprende la rotura capsuloligamentosa completa junto a la pérdida del soporte osteoarticular de las columnas lateral y anterior. En tales casos puede ser necesario reparar incluso pequeños fragmentos coronoideos con el fin de restaurar suficiente estabilidad ósea y articular que permita la movilización activa del codo.

Es difícil decidir cuando hay que fijar una fractura de la coronoides, según el tamaño del fragmento. Morrey (40) admite que hasta el 50% de la altura de la coroides

permite una funcionalidad de la articulación húmero-cubital. No obstante hay que evaluar a cada paciente.

En fragmentos grandes es útil fijar la fractura pero no si son pequeños. Se puede abordar desde el lado interno del codo a través de una incisión posterior, una vez levantado un colgajo interno de piel y tras puesto adelante y subcutáneamente el nervio cubital. Los músculos epitrocleares se movilizan, bien mediante osteotomía de la epitroclea o a través del origen del músculo cubital anterior solamente. De otra manera, cuando existe asociada una fractura de la cabeza del radio puede abordarse por ahí, aunque de manera algo estrecha, la apófisis coronoides. Para llegar a la apófisis coronoides, otra posibilidad es llegar por la vía anteromedial, por incisión aparte, si bien el cirujano debe separar la arteria humeral y el nervio mediano. La fijación de la fractura se hace con un minitornillo, o con una sutura de alambre o no reabsorbible con una aguja pasada por un orificio transóseo creado a tal efecto o a la parte anterior de la cápsula articular. Si no se consigue reparar estas tres estructuras comprometidas se utilizará un distractor de charnela para permitir la movilización activa del codo (38).

Lesión de ligamentos, cabeza del radio, apófisis coronoides y olécranon. La fractura del olécranon añade más complejidad a la inestabilidad traumática del codo, no sólo porque se rompa la gran cavidad sigmoidea del cúbito sino también porque aquélla interfiere en la contribución estática y dinámica del tríceps a la estabilidad del codo. La lesión combinada de la apófisis coronoides y olecraneana y de la cabeza radial supone la interrupción completa de los componentes osteoarticulares que contribuyen a la estabilidad del codo. En estos casos la fractura de la apófisis coronoides suele ser grande, con lo cual se altera no sólo el tope óseo anterior sino el soporte de la columna medial, ya que se rompe el haz anterior del ligamento lateral interno. En estos casos hay que recomponer la cavidad sigmoidea mayor del olécranon en su contorno, dimensiones y profundidad mediante osteosíntesis del olécranon y de la coronoides.

Las fracturas-luxaciones pueden ser de tipo anterior (denominada transolecraneana) y posterior; en muchos casos, esta última representa la lesión de Monteggia posterior en su extensión más proximal. En estos dos tipos de lesiones de fractura del cúbito proximal se acepta que existe integridad relativa de los ligamentos colaterales.

Complicaciones. La inestabilidad crónica es muy difícil de tratar y a veces comporta la presencia de callo vicioso, seudartrosis o pérdida de hueso con debilitación de los ligamentos. Las posibilidades pasan por reforzar la apófisis coronoides con un injerto óseo o la profundización de la cavidad sigmoidea con o sin reconstrucción al mismo tiempo de los ligamentos.

La rigidez del codo es frecuente si no se moviliza precozmente la articulación. Se sabe que 2 ó 3 semanas de inmovilización en una luxación sin fractura aumenta las posibilidades de rigidez del codo (41), y también cuando hay fracturas asociadas.

Si la osteosíntesis no es lo suficientemente sólida, a pesar de los esfuerzos del cirujano para permitir movilizar el codo activamente, hay dos opciones. Una es aplicar un distractor de charnela para mantener reducción concéntrica mientras se hace la movilización. La otra es inmovilizar el codo con un yeso u ortesis hasta que consolide la fractura ya que es más difícil corregir una inestabilidad crónica por fallos osteoarticulares que la rigidez. Restablecido el componente osteoarticular puede hacerse artroplastia del codo.

Las osificaciones heterotópicas del codo, cuando están maduras radiográficamente, se pueden extirpar.

La artrodesis postraumática, si no responde a medidas conservadoras, se tratará con artroplastia total especialmente en pacientes mayores con pocas exigencias funcionales; en el joven algunos proponen artroplastia por interposición de fascia.

Artroplastia de codo. Antes de plantear la necesidad de hacer una artroplastia del codo en casos de fracturas del codo antiguas o recientes hay que hacer una valoración completa de la extremidad superior y del codo. Sin embargo, algo fundamental es va-

lorar la estabilidad articular ante situaciones forzadas del codo en varo, en valgo y en situación rotatoria posterolateral (pivot shift), para comprobar la integridad de los ligamentos colaterales con el fin de utilizar el diseño de prótesis adecuado: no charnela o charnela. La existencia de inestabilidad axial, manifestada por el movimiento de pistón, en acordeón del brazo, indica pérdida traumática de hueso, seudoartrosis o ambas situaciones (42).

Indicaciones. Las indicaciones incluyen artrosis avanzada con o sin inestabilidad y seudoartrosis periarticular dolorosa o inestable. Dolor, rigidez y/o inestabilidad son las indicaciones ideales para la artroplastia total de codo, sobre todo en pacientes mayores de 60 años que tienen pocas exigencias funcionales. También puede aplicarse a pacientes mayores con fracturas recientes que no se pueden recomponer mediante osteosíntesis por presentar osteoporosis y extensa conminución articular (43-46).

Selección del implante. Hay dos tipos fundamentales: de no charnela y de charnela. Ambos tienen cierto constreñimiento articular por la forma de interbloqueo de las superficies articulares.

Las situaciones para utilizar implantes no articulados son: buen hueso con poca deformidad y un complejo capsuloligamentoso estable, cosa poco frecuente en el codo traumático. Los modelos más conocidos son: capitelo-condilar, Liverpool, Lowe, Souter, Prichard, Roper-Tuke y Sorbie; este último es el más utilizado por Moro y King(42).

Los diseños de charnela o articulados tienen un importante papel en la reconstrucción del codo traumático. Estos dispositivos de charnela semiconstreñidos están pensados para limitar la carga excesiva en la interfase cemento-hueso, permitiendo que las partes blandas absorban algunas fuerzas. Las indicaciones habituales son hueso deficiente, deformidad y ligamentos incompetentes. La pérdida marcada de hueso del húmero distal hasta la parte situada por encima de la fosa olecraneana, y del cúbito hasta la apófisis coronoides, es lo que permite utilizar estas artroplastias. No es preciso que permanezca la cabeza radial ya que la

mayoría de estas prótesis no disponen de cabeza radial. Los modelos que existen hoy son el de Gschwend-Scheier-Bahder (GSB), Osteonics, Pritchard-Walker, Triaxial y la de Morrey-Conrad; esta última es la preferida por Moro y King (42).

Artrosis postraumática. Pueden utilizarse ambos diseños dependiendo del hueso, estabilidad ligamentosa y tipo de deformidad.

Inestabilidad con artrosis secundaria. Estos casos suelen tener todo en contra: mal hueso y mala estabilidad, o ambas. Por ello, está indicado utilizar una artroplastia de charnela.

Seudoartrosis o callos viciosos. Estas dos situaciones en un paciente mayor con osteoporosis y fragmentos articulares pequeños deben ser consideradas como indicación de artroplastia total de codo. El dolor, con movilidad limitada por fractura supracondílea o supraintercondílea en T articular mal reducida o no consolidada, puede tratarse con artroplastia total de codo. Los pacientes más jóvenes, con más exigencias funcionales, que tienen hueso adecuado, se tratarán con reducción y osteosíntesis u osteotomías intraarticulares, mejor que con artroplastia total de codo (47-49).

La artroplastia total de codo en pacientes mayores con seudoartrosis del olécranon está indicada si el olecranon no puede ser reconstruido o hay una pérdida del mismo mayor del 50% con una articulación inestable (50).

Resultados. Existe poca información en la literatura actual sobre el empleo de artroplastia total de codo en el tratamiento de secuelas del codo traumático. En general, tiene buenos resultados a corto plazo, pero el fallo a medio plazo es preocupante, sobre todo en el sujeto joven con mucha demanda física.

En general, hay tendencia a utilizar cada vez más artroplastia total de codo de charnela para aliviar el dolor. Al mejorar el diseño de las prótesis hacia modelos de charnela no tan constreñidos, así como las técnicas de cementación más modernas y mejor selección del paciente, la tasa de aflojamiento aséptico y de revisión ha disminuido. No obstante, sigue preocupando la tasa de infección incluso cuando se utilizan cementos con antibióticos nuevos.



Figura 9. Paciente con fractura conminuta de cabeza de radio. Radiografía a-p (A). TAC de la lesión (B). Artroplastia de cabeza de radio Tornier subluxada (C). Reducción de la luxación. Importante rigidez de codo que obliga a extraer la prótesis (D).

La artroplastia total de codo es una operación de rescate en pacientes con problemas traumáticos del codo cuando no exista ninguna opción de recuperación biológica (42).

Artroplastia de cabeza del radio.

Existen pocas publicaciones acerca de artroplastia de cabeza de radio en fracturas no reconstruibles de este hueso.

Moro y cols. (51) hacen un estudio en 24 pacientes (25 prótesis metálicas) de una edad media de 54 años, utilizando el modelo de Smith & Nephew Richards, valorados a una media de 39 meses (mínimo 2 años): 10 del tipo Masson III y 15 tipo Masson-Jonston tipo IV. Dos de estas lesiones eran aisladas y 23 asociadas a otras fracturas del codo y/o lesiones ligamentosas. Se utilizaron protocolos Short Form 36 y el Index Performance de la Clínica Mayo. Según esto, 3 fueron resultados malos, 5 regulares y 17 buenos o excelentes. Los resultados malos y regulares estaban asociados a lesiones simultáneas en 2 pacientes, historia psiquiátrica en 3, enfermedades generales asociadas en 2 pacientes, compensación laboral en 2 y litigación en 1. La satisfacción subjetiva media del paciente fue de 9.2 en una escala de 1-10. La flexión del codo media fue de $140 \pm 9^\circ$, extensión de $-8 \pm 7^\circ$, pronación de $78^\circ \pm 9^\circ$ y supinación de $68^\circ \pm 10^\circ$. Se produjo pérdida marcada de flexión y extensión del codo y supinación del antebrazo en la extremidad afectada, que también tenía mucha menos fuerza de pronación

isométrica del antebrazo (17%) y de supinación (818%), así como menor fuerza de prehensión ($p < 0.05$).

En 17 de los 25 casos aparecieron radiolucencias radiográficas asintomáticas alrededor del tallo del implante. Se restableció la estabilidad en valgo y no hubo migración radial proximal. Las complicaciones, que se resolvieron todas, fueron: síndrome de dolor regional complejo, 1 neuropatía cubital, una parálisis del nervio interóseo posterior, un episodio de rigidez del codo y una infección de la herida.

A modo de conclusión, los autores aceptan que los pacientes operados tienen afectación leve a moderada de la capacidad física del codo y muñeca. En seguimiento a corto plazo, este modelo de artroplastia metálica es un tratamiento seguro y eficaz. Sin embargo, es necesario valorar los pacientes a largo plazo.

Judet y cols. (52) en un seguimiento medio de 49 meses revisan los resultados de 5 pacientes con fractura de cabeza radial y lesión del ligamento lateral interno. En uno había además fractura de la apófisis coronoides asociada. Al principio utilizaron una prótesis bipolar de titanio y más tarde de cobalto cromo con tallo cementado y articulación de polietileno con una cabeza (Tornier S.A.). Tres fueron excelentes y 2 buenos. No hubo complicaciones ni radiolucencias en los tallos cementados, ni pinzamiento progresivo del espacio articular, ni osteoporosis en el cóndilo femoral (Fig. 9).

Bibliografía

1. **Simpson NS, Jupiter JB.** Complex fracture patterns of the upper extremity. *Clin Orthop* 1995; 318:43-53.
2. **Jupiter JB, Neff U, Holzach P.** Intercondylar fractures of the humerus: An operative approach. *J Bone Joint Surg* 1985; 67A:226-39.
3. **Jupiter JB.** Complex nonunion of the humeral diaphysis. Treatment with a medial approach, an anterior plate and a vascularised fibular graft. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A:701-7.
4. **Slauterbeck JR, Britton C, Moneim MS, Llevenger FW.** Mangled extremity severity score: an accurate guide to treatment of the severely upper extremity. *J Orthop Trauma* 1994; 8:282-5.
5. **Tcherne H, Gotzen L.** Fractures with soft tissue injuries. Berlin. Springer-Verlag. 1984.
6. **Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN.** Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984; 24:742-6.
7. **Jones JA.** Immediate internal fixation of high energy open forearm fractures. *J Orthop Trauma* 1991; 5:272-9.
8. **Levin LS, Goldner RD, Urbaniak J et al.** Management of severe musculoskeletal injuries of the upper extremity. *J Orthop Trauma* 1990; 4:432-40.
9. **Smith DK, Cooney WP.** External fixation of high energy upper extremity injuries. *J Orthop Trauma* 1990; 4:7-18.
10. **Rogers JF, Bennet JB, Tullos HS.** Management of concomitant ipsilateral fractures of the humerus and forearm. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A:552-6.
11. **Kuntz DG, Baratz ME.** Fractures of the elbow. *Orthop Clin North Am* 1999; 30:37-61.
12. **Morrey BF.** Complex instability of the elbow. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A:460-9.
13. **Morrey BF, Tanaka S, An K-N.** Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints. *Clin Orthop* 1991; 265:187-95.
14. **Morrey BF, An K-N.** Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint. *Am J Sports Med* 1983; 11:315-9.
15. **Ring D, Jupiter JB.** Fractures of the distal humerus. *Orthop Clin North Am* 2000; 31:103-13.
16. **Mehne DK, Jupiter JB.** Fractures of the distal humerus. En Browner B, Jupiter JB, Levine A et al (eds). *Skeletal trauma*. Philadelphia: WB Saunders. 1991, p. 1146.
17. **Jupiter JB, Barnes KA, Goodman LJ et al.** Multiplane fracture of the distal humerus. *J Orthop Trauma* 1993; 7:216-20.
18. **O'Driscoll SW, Sánchez-Sotelo J, Torchia ME.** Management of the smashed distal humerus. *Orthop Clin North Am* 2002; 33:19-33.
19. **Helfet DL, Scheling GJ.** Bicondylar intraarticular fractures of the distal humerus in adults. *Clin Orthop* 1993; 292:26-36.
20. **Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J.** The comprehensive classification of fractures of long bones. Ed 1. Berlin, New York: Springer-Verlag. 1990, p. 83.
21. **Prayson MJ, Williams JL, Marshall MP et al.** Biomechanical comparison of fixation methods in transverse olecranon fractures: A cadaveric study. *J Orthop Trauma* 1997; 11:565-72.
22. **Jupiter JB, Goodman LJ.** The management of complex distal humerus non union in the elderly by elbow capsulectomy, triple plating and ulnar nerve neurolysis. *J Shoulder Elbow Surg* 1992; 1:37-43.
23. **McKee MD, Jupiter JB, Bosse G et al.** Outcome of ulnar neurolysis during post-traumatic reconstruction of the elbow. *J Bone Joint Surg* 1998; 80B:100-5.
24. **McKee MD, Jupiter JB, Toh CL et al.** Reconstruction after malunion and nonunion of intraarticular fractures of the distal humerus. *J Bone Joint Surg* 1994; 76B:614-21.
25. **Figgie MP, Inglis AE, Mow CS et al.** Salvage of non-union of supracondylar fracture of the humerus by total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1989; 71A:1058-65.
26. **Morrey BF, Adams RA.** Semiconstrained elbow replacement for distal humerus nonunion. *J Bone Joint Surg* 1995; 77B:67-72.
27. **Kuntz DG, Baratz ME.** Fractures of the elbow. *Orthop Clin North Am* 1999; 30:37-61.
28. **Teasdale R, Savoie F, Hughes JL.** Conminuted fractures of the proximal radius and ulna. *Clin Orthop* 1993; 292:37-47.
29. **De Lee JC, Green DP, Wilkins KB.** Fractures and dislocations of the elbow. En Rockwood CA, Green DP (eds). *Fractures*. Philadelphia. JB Lippincott. 1984.
30. **McAusland WRJr, Wyman ET.** Fractures of the adult elbow. En Evans EB (ed). *AAOS Instructional Course Lectures*, vol. 24. St Louis: CV Mosby. 1975, p. 169.
31. **Hutchinson DT, Horwitz DS, Ha C et al.** Cyclic loading of olecranon fracture fixation constructs. *J Bone Joint Surg* 2003; 85A:831-7.
32. **Mason ML.** Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg* 1954; 42:123-32.
33. **Johnston GW.** A follow-up of one hundred cases of fracture of the head of the radius with a review of the literature. *Ulster Med J* 1962; 31:51-6.
34. **Radin EL, Riseborough EJ.** Fracture of the radius head. *J Bone Joint Surg* 1996; 48A:1055-64.
35. **Sanders RA, French HG.** Open reduction and internal fixation of comminuted radial head fractures. *Am J Sport Med* 1986; 14:130-5.
36. **Ring D, Jupiter JB.** Current concept review. Fracture-dislocation of the elbow. *J Bone Joint Surg* 1998; 80A:566-80.
37. **Smith GR, Hotchkiss RN.** Radial head and neck fractures: anatomic guidel-ines for proper placement of internal fixation. *J Shoulder and Elbow Surg* 1996; 5:113-7.
38. **McKee MD, Richards RR, King GJW et al.** The compass elbow hinge for complex, acute elbow instability (Abstract). *J Bone Joint Surg* 1997; 79B (Suppl 1):75.
39. **Hotchkiss RN.** Fractures and dislocations of the elbow. En Rockwood and Green's fractures in adults. Rockwood JrCA, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD. Ed 4, vol. 1. Philadelphia: Lippincott-Raven. 1996, pp. 929-1024.
40. **Morrey BF.** Instructional Course Lecture. The American Academy Orthopedic Surgeons. Complex instability of the elbow. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A:4690-5.
41. **Mehlhoff TL, Moble PC, Bennett JB, Tullos HS.** Simple dislocation of the elbow in the adult. Results after closed treatment. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A:244-9.
42. **Moro JK, King GJW.** Total elbow arthroplasty in the treatment of posttraumatic conditions of the elbow. *Clin Orthop* 2000; 370:102-14.
43. **Goldberg VM, Figgie III HE, Inglis AE, Figgie MP.** Current concepts review: Total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A:778-83.
44. **Lee DH.** Posttraumatic elbow arthritis and arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 1999; 30:141-62.
45. **Modabber MR, Jupiter JB.** Current concepts review: Reconstruction for post-traumatic conditions of the elbow joint. *J Bone Joint Surg* 1995; 77A:1431-46.
46. **Morrey BF.** Total elbow arthroplasty as a primary treatment for distal humerus fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A:826-32.
47. **Cobb TK, Linscheid RL.** Late correction of malunited intercondylar humeral fractures: Intra articular osteotomy and tricortical bone grafting. *J Bone Joint Surg* 1994; 76B:622-6.
48. **McKee M, Jupiter J, Toh CL et al.** Reconstruction after malunion and non union of intraarticular fractures of the distal humerus: Methods and results in 13 adults. *J Bone Joint Surg* 1994; 76B:614-21.
49. **Sim FH, Morrey BF.** Non union and delayed union of distal humerus fractures. En Morey BF (ed). *The elbow and its disorders*. Ed 2. Philadelphia. WB Saunders. 1993, p. 367-82.
50. **Papagelopoulos PJ, Morrey BF.** Treatment of nonunion of olecranon fractures. *J Bone Joint Surg* 1994; 76B:627-35.
51. **Moro JK, Werier J, MacDermid JC et al.** Arthroplasty with metal radial head for unreconstructible fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg* 2001; 83A:1201-11.
52. **Judet T, Garreau de Loubresse C, Piriou P, Charnley G.** A floating prosthesis of radial head fractures. *J Bone Joint Surg* 1996; 78B:244-9.