

Fijador externo articulado para el codo

Werner Kolb^a, Hanno Guhlmann^a, Eberhard Markgraf^a y Klaus Kolb^b

Resumen

Objetivo

Estabilizar la articulación húmero-cubital frente a las fuerzas de rotación y cizallamiento, conservando los movimientos de flexión y extensión, con el fin de proteger la cicatrización de los ligamentos colaterales.

Indicaciones

Inestabilidad persistente de la articulación del codo a 90° de flexión después de una luxación de codo, especialmente en dirección anteroposterior; fracturas-luxación; artrolisis y artroplastias de interposición; artrolisis por distracción cerradas.

Contraindicaciones

Infección local de las zonas en las que se prevé colocar los clavos de Schanz, posición incierta de las estructuras neurovasculares, y falta de experiencia en fijadores externos.

Técnica quirúrgica

Determinación del eje articular a través del capitellum humeral y de la tróclea. Colocación de una aguja de Kirschner de 3 mm (aguja de referencia) en el centro de rotación, colocación de los clavos de Schanz humeral y cubital desde la cara medial o lateral bajo visión directa. Los clavos de Schanz humerales laterales se colocan en el húmero distal dorsales al nervio radial. Retirada de la aguja de referencia. Distracción simétrica del cúbito de 2-3 mm con respecto a la superficie articular del húmero con ayuda del distractor.

Resultados

Se revisaron de manera retrospectiva las historias clínicas de diez pacientes tratados por inestabilidad persistente de codo a 90° de flexión o por una luxación crónica del codo entre abril del 2001 y marzo del 2003. La edad media era de 51 años (40-62 años). Siete de los casos requirieron fijación interna del codo, seis de los cuales se trajeron inicialmente con un fijador AO. Tras un promedio de 8 días se cambió la pauta de tratamiento a una fijación articulada. La media según la Escala de Función de Codo de la clínica Mayo fue de 78 puntos, con dos resultados muy buenos, tres buenos, y cinco resultados satisfactorios. La satisfacción subjetiva en la Escala DASH (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand) reveló una leve disminución de la misma, con una media de 18 puntos.

Palabras clave

Fijador articulado. Codo. Inestabilidad.

Operat Orthop Traumatol 2006;18:34-56

^aKlinik für Unfallchirurgie, Friedrich-Schiller-Universität Jena.

^bKlinik für Unfallchirurgie, Katharinenhospital Stuttgart.

Notas preliminares

La función principal del codo, como articulación de carga y soporte³¹ es la de situar la mano de manera óptima para la prensión o el tacto. Funcionalmente, el codo es la articulación más importante de la extremidad superior ya que conecta la mano con el cuerpo³⁰. Los movimientos principales del codo en la articulación humero-cubital –flexión y extensión– no se pueden realizar por otras articulaciones. Una alteración de los movimientos rotatorios del antebrazo puede compensarse parcialmente por movimientos del hombro y de la columna torácica¹³.

La articulación entre la tróclea humeral y la cavidad troclear del cúbito es muy dominante en el control de los huesos; se describe como una articulación en bisagra. Sin embargo, el eje articular ha sido objeto de varias definiciones. Los estudios experimentales han mostrado tanto un eje articular fijo³³, como una pequeña variación de 0,2 mm en el eje articular; en máxima flexión se desplaza anterior y proximalmente y en extensión máxima se desplaza posterior y proximalmente^{1,31}. En términos prácticos,

esto se puede describir como un eje de movimiento dibujado en el centro de círculos formados por el capitellum del húmero y el sulcus de la tróclea⁵. La superficie articular del húmero distal está angulado 30° en flexión, y el surco troclear tiene la misma angulación en sentido extensor. Esto crea un espacio para la apófisis coronoides y para los flexores del codo, si no fuese así, la flexión máxima sería de 90°¹². El incremento de angulación aumenta la función estabilizadora de la apófisis coronoides de manera que ayuda a evitar la luxación posterior del codo tanto en flexión como en extensión²⁸. El surco troclear presenta variaciones individuales: lo más frecuente es que incline en espiral, de anterosuperior a lateroinferior¹². En extensión, el antebrazo se desplaza hacia abajo y lateralmente, en flexión, hacia el brazo; el eje de la articulación de la tróclea muestra una rotación externa de 3-8°¹⁴.

El codo es una de las articulaciones más estables del cuerpo humano¹². Las estructuras estabilizadoras del codo se describen como un anillo con cuatro columnas que se componen de varias partes (Heim U, comunicación personal)²⁸ (fig. 1a).

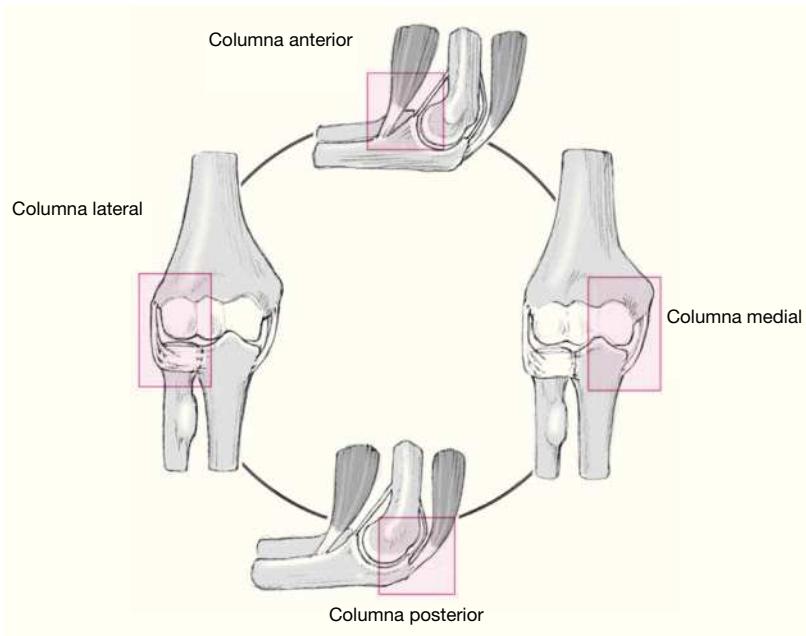


Figura 1a
Teoría del anillo de Júpiter & Ring²⁸.

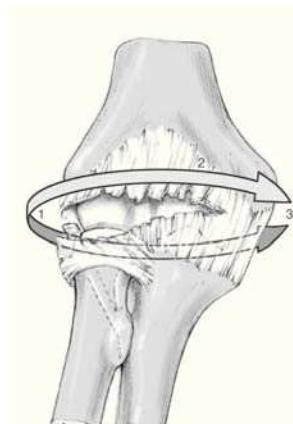


Figura 1b
El círculo de Horri según O'Driscoll et al²².

En una luxación del codo, las estructuras ligamentosas y/o óseas del anillo están lesionadas. La lesión empieza en la cara lateral del codo y se trasmite a la cara interna en tres fases. En el estadio 1 se rompe el ligamento colateral cubital lateral, lo que se corresponde con una subluxación postero-lateral; en el estadio 2 se rompe el resto del complejo ligamentoso lateral con parte de la cápsula anterior y posterior; y en el estadio 3 se rompe el ligamento colateral medial ya sea con una lesión parcial de la sección posterior (estadio 3A) o con una lesión completa (estadio 3B, círculo de Horri de lesiones de partes blandas)²² – el codo se luxa completamente a posterior debido a la rotación posterolateral (fig. 1b).

El riesgo de reluxación o de inestabilidad crónica aumenta a medida que se lesionan más partes del anillo. Una luxación sin fractura asociada y un tratamiento funcional precoz posterior, raramente llevan a una recidiva de la luxación, aunque todas las estructuras ligamentosas estén rotas³. El riesgo de reluxación o de inestabilidad crónica aumenta, sin embargo, si se asocia lesión de una de las estructuras óseas o articulares importantes para la estabilidad articular¹⁰. Un importante estabilizador contra las fuerzas valguizantes es la parte anterior del ligamento colateral medial. En función del grado de flexión, un tercio o la mitad de la estabilidad medial recae en dicha estructura. Si la parte anterior del ligamento colateral medial es-

tá lesionada, una articulación radiohumeral indemne previene la luxación del codo. Una fractura luxación con afectación de la cabeza radial aumenta la inestabilidad⁸. Por tanto, la cabeza radial es un estabilizador secundario importante de la articulación del codo²⁰. Ring & Jupiter aconsejan preservar la cabeza del radio, o su sustitución protésica, ya que de no ser así, los complejos ligamentosos medial y lateral no pueden cicatrizar con la tensión suficiente²⁸. La resección de la cabeza del radio puede provocar artritis como complicación tardía¹⁰.

Las fuerzas rotatorias, por otro lado, afectan aisladamente a los aparatos ligamentosos lateral y medial⁶.

Las luxaciones inestables y las fracturas-luxaciones pueden tratarse quirúrgicamente con el fin de realizar un tratamiento funcional precoz³². Esto es necesario para reducir la frecuencia de rigidez articular postraumática que aumenta con períodos de inmovilización > 14 días¹⁹. Las demandas funcionales tienen una importancia considerable en la configuración del aparato musculoesquelético²⁴. El fijador articulado permite la movilidad precoz de la articulación y cumple así idealmente los requisitos para un tratamiento funcional precoz¹⁷.

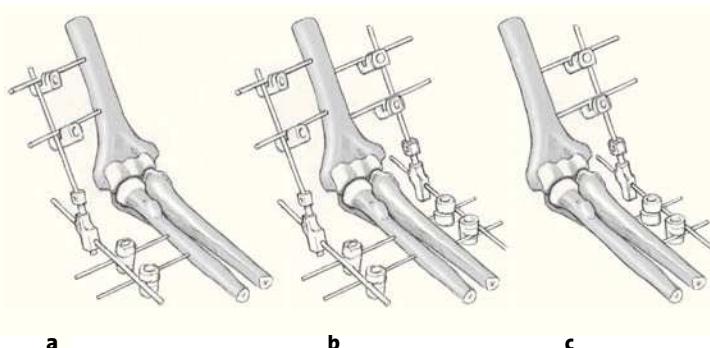
Principios quirúrgicos y objetivos

Estabilización de la articulación húmero-cubital frente a las fuerzas de rotación y cizallamiento, conservando los movimientos de flexión y extensión, mediante la colocación de un fijador externo articulado fijado al cú-

bito y al húmero con dos clavos de Schanz en cada uno. Recuperación rápida de la capacidad funcional de un codo inestable mediante la protección de la cicatrización de los ligamentos sin limitación de la movilidad.

Figura 2

Variantes posibles de colocación del fijador articulado en el codo.



Ventajas

Procedimiento quirúrgico

- Es posible llevar a cabo una estabilización ideal de articulación humero-cubital gracias a un ajuste individualizado del fijador externo articulado.
- Estabilidad frente a las fuerzas rotatorias y de cizallamiento, preservando la movilidad en flexión y en extensión.
 - Cicatrización de los ligamentos colaterales con reconstrucción de la estabilidad sin restricción de la movilidad.
 - Montaje suficientemente estable para realizar los ejercicios.
 - No es necesario reconstruir los ligamentos mediante sutura.
 - Movimiento mecánicamente guiado de la articulación al tiempo que se disminuye la carga sobre los huesos articulados gracias a un sistema de bisagra con un acoplamiento suave (“loosely coupled hinged joint”).
 - Se puede realizar un montaje monolateral (medial o lateral) o bilateral del fijador externo (fig. 2).
 - Apenas se daña el aporte sanguíneo al hueso.
 - Escasa yatrogenia sobre las partes blandas.
 - Precisa menos experiencia quirúrgica que la fijación interna.
 - Sólo es necesario colocar inmovilización postoperatoria si hay edema de partes blandas, en el resto de casos se pueden realizar ejercicios fisioterápicos.

Fijador recomendado

- Un solo cuerpo central del Distractor Articular Dinámico (Dynamic Joint Distractor II®).
- Se puede realizar un montaje unilateral o bilateral.
- Fijador externo más ligero.
- Mecanismo de distracción articular integrado.

Inconvenientes

- Riesgo de lesión del nervio radial en el momento de colocar los clavos de Schanz en la cara lateral del húmero.
- Riesgo de lesión del nervio cubital en el momento de colocar los clavos de Schanz en la cara medial del húmero.
- Lesión del nervio cubital en el momento de colocar el clavo de referencia desde la cara lateral, al perforar la cortical medial.
- Son necesarias las curas del punto de entrada de los clavos (lavado y desinfección, por ejemplo, con solución de povidona yodada 10:1).
- Riesgo de infección del trayecto del clavo.
- La colocación medial del fijador resulta incómodo para el paciente porque le impide llevar el brazo y el antebrazo al lado del cuerpo.
- Es imprescindible colocar el clavo de referencia bajo control con el intensificador de imágenes con gran exactitud.
- Riesgo de fractura iatrogénica del cúbito cuando se utilizan clavos de Schanz con un diámetro de rosca > 3 mm.

Indicaciones

- Luxación del codo con inestabilidad sagital persistente en 90° de flexión tras la reducción.
- Inestabilidad persistente a 90° tras la reducción abierta o cerrada de las fracturas-luxación.
- Inestabilidad persistente a 90° de flexión después de realizar procedimientos reconstructivos tales como fijación interna, artrolisis, reconstrucción ligamentosa, y artroplastia de interposición.
- Rígidez articular posttraumática.

Contraindicaciones

- Infección local en la zona donde se debe insertar los clavos de Schanz.

Figura 3

Componente principal del Dynamic Joint Distractor II®: una barra humeral (5 mm), una barra cubital (5 mm), y un mecanismo integrado de distracción articular.



- Posición postraumática desconocida del nervio cubital.
- Alergia a los implantes de acero.
- Osteoporosis significativa.

Información para el paciente

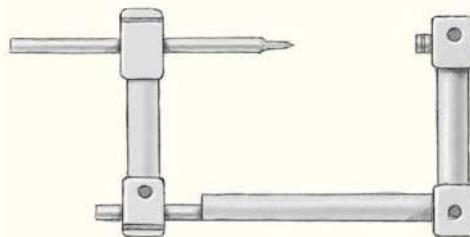
- Procedimientos terapéuticos alternativos como la inmovilización del codo con un fijador convencional, con posibilidad de cambio a un fijador abisagrado, con el consiguiente riesgo de artrofibrosis en inmovilizaciones superiores a las 2 semanas.
- Riesgos quirúrgicos generales.
- Infección de partes blandas.
- Infección del trayecto de los clavos.
- Infección articular.
- Lesiones nerviosas (nervio cubital, nervio radial).
- Discomfort para el paciente (sobre todo si se coloca el fijador en el lado interno).
- Inestabilidad residual que precise nuevas operaciones.
- Limitación persistente de movilidad.
- Segunda cirugía para retirar el fijador.

Planificación preoperatoria

- Radiografías del codo lesionado en los dos planos.
- Tomografía computerizada en casos de fracturas complejas.
- Rasurado del codo, incluyendo el brazo y el antebrazo, inmediatamente antes de la operación si hay un crecimiento importante de vello.
- Administración perioperatoria de un antibiótico de amplio espectro.

Instrumental quirúrgico e implantes

- El Distractor Articular Dinámico II está compuesto por acero inoxidable para uso médico (ISO 5832/1; How-

**Figura 4**

Guía de inserción humeral del Dynamic Joint Distractor® para colocar la aguja de referencia de 3 mm en el eje de rotación del codo, con su punta a la izquierda de la imagen, y la guía de inserción para el clavo guía a la derecha.

medica; fig. 3). La bisagra se engrana suavemente, análoga a la de la prótesis de Coonrad-Morrey, con el fin de mantener el grado de laxitud necesaria para los movimientos de varo/valgo de la articulación del codo. El Distractor Articular Dinámico II es compatible con el fijador Hoffmann II Compact®. Se utilizan las articulaciones clavo-barra del Hoffmann II Compact® y los clavos de Schanz de 3-mm y 4-mm.

- Clavos de Schanz de 3 x 80 mm.
- Clavos de Schanz de 4 x 80 mm.
- Guía de inserción humeral del Distractor Articular Dinámico II (Howmedica, fig. 4).
- Aguja Apex de referencia de 3 mm, longitud 200 mm.
- Articulación Clavo-Barra.
- Articulación Barra-Barra
- Barra conectora de acero inoxidable de 5 m x 250 mm (fig. 5, 1).
- Barra conectora de carbono de 5 mm x 250 mm (fig. 5, 2).

Figura 5

1: Barra conectora de acero de 5 x 250 mm; 2: Barra conectora de carbono de 5 x 250 mm; 3: Clavo de Schanz de 4 mm; 4: Clavo de Schanz de 3 mm; 5: trocar para Clavo de Schanz de 4 mm; 6: trocar para Clavo de Schanz de 3 mm; 7: Llave de 5 mm de Hoffmann II Compact®; 8: llave plana de 5 mm de Hoffmann II Compact®; 9: llave de apriete manual de 5 mm de Hoffmann II Compact®; 10: Mango de reducción/estabilización de Hoffmann II Compact®.

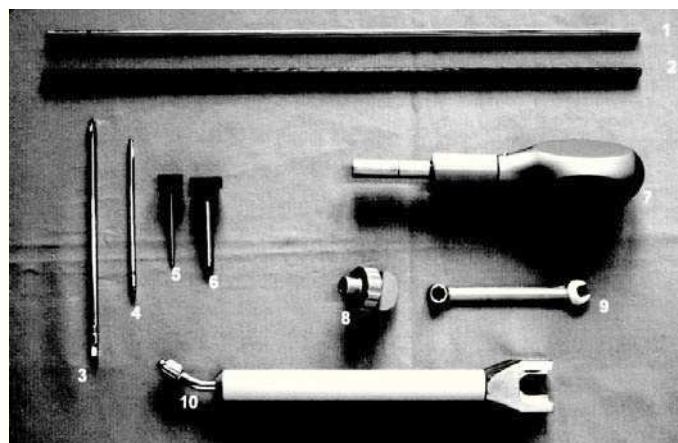
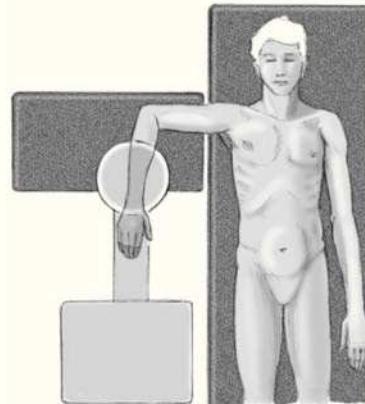


Figura 6

Paciente en decúbito supino, con el brazo lesionado sobre la mesa de mano con el codo a 90° de flexión, con el intensificador de imágenes situado desde la posición caudal.



- Guía de broca y trocar para clavo de Schanz de 3 mm.
- Guía de broca y trocar para clavo de Schanz de 4 mm.
- Llave de 5 mm de Hoffmann II Compact® (fig. 5, 7).
- Llave plana de 5 mm de Hoffmann II Compact® (fig. 5, 9).
- Mango de reducción/estabilización de Hoffmann II Compact® (fig. 5, 10).
- Llave de apriete manual de Hoffmann II Compact® (fig. 5, 8).
- Motor universal con puño de inserción mediante "click" para agujas de Kirschner y terminal tipo Jacob's.
- Broca espiral de 2 mm.

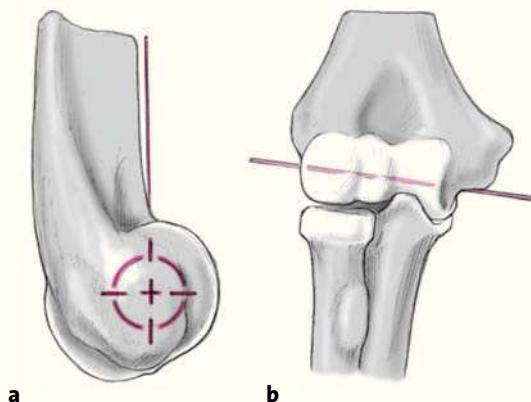
- Mesa de mano radiotransparente.
- Intensificador de imágenes.

Anestesia y colocación

- Anestesia local o general
- Posición de decúbito supino.
- Colocación del brazo sobre la mesa de mano con el codo flexionado a 90° (fig. 6).
- Se coloca un rollo de tallas mediales bajo el codo para sujetar el codo en flexión.
- Intensificador de imágenes en los pies del paciente.

Técnica quirúrgica

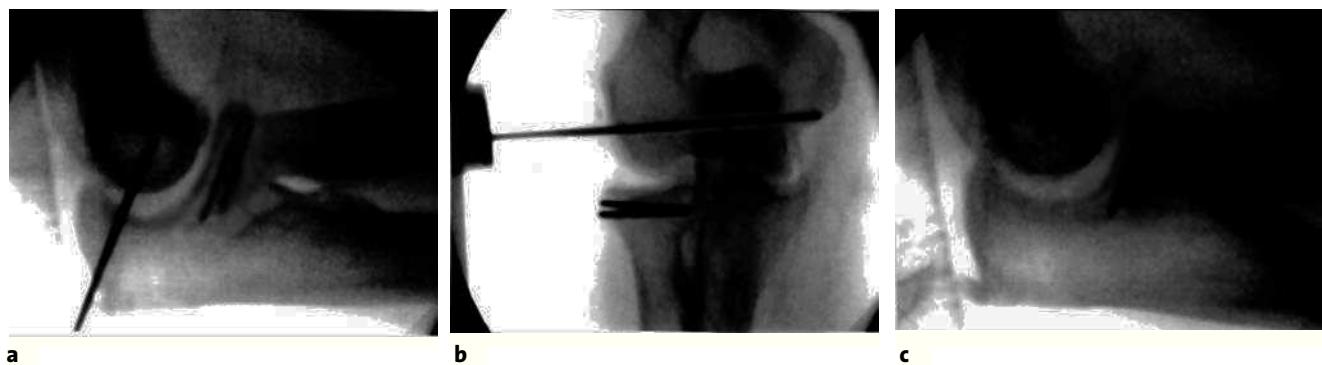
Figuras 7 a 20



Figuras 7a y b

Identificación de los puntos de referencia óseos para el eje de rotación del codo, lateralmente (a) y anteroposteriormente (AP, b). Se ajusta la imagen lateral del húmero en el monitor de manera que los contornos articulares circulares del capitulum y de la troclea se superpongan. El eje de rotación está en el centro del círculo que queda visible. Ajustar de manera exacta el codo en la proyección lateral para situar el eje de rotación con frecuencia es difícil.

La aguja de Kirschner de 3 mm (aguja de referencia) se introduce percutáneamente en el epicóndilo lateral del húmero de manera que su punta se dirija al centro del círculo visible. Es imprescindible identificar el eje de rotación de manera exacta para minimizar la limitación de movilidad del codo. Un error de 10 mm en la colocación multiplica esta posibilidad por 10^{15} . No debe colocarse el fijador externo hasta que se haya situado correctamente la aguja de referencia²⁵.



a

b

c

Figuras 8a-c

El clavo de referencia se introduce en el epicóndilo lateral del húmero de manera que su punta se dirija al centro del círculo visible (a). Se broca para el clavo de referencia unos 2 cm en dirección a la base del epicóndilo lateral sin penetrar la cortical opuesta para evitar la lesión del nervio cubital (b). Grabar la posición axial del clavo de referencia en el intensificador de imágenes (c).

Figura 9

La guía de inserción del Dynamic Joint Distractor® puede facilitar la colocación del clavo de referencia en el eje de rotación del codo. Se fija la punta de la guía en el epicóndilo medial y la guía de inserción para el clavo de referencia en el epicóndilo lateral. Esto resulta especialmente útil si se planea colocar un fijador bilateral, pero también se puede usar en montajes monolaterales.

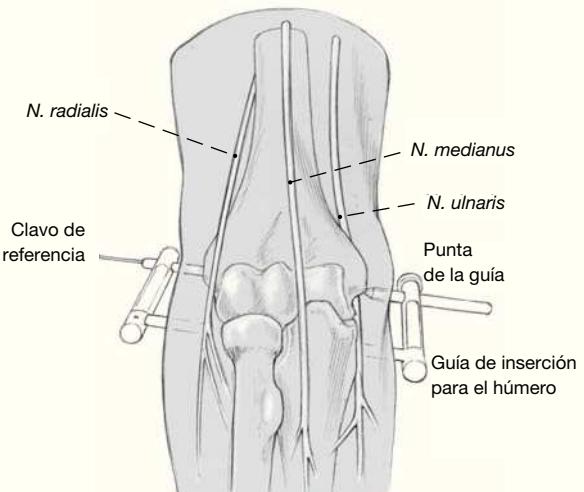
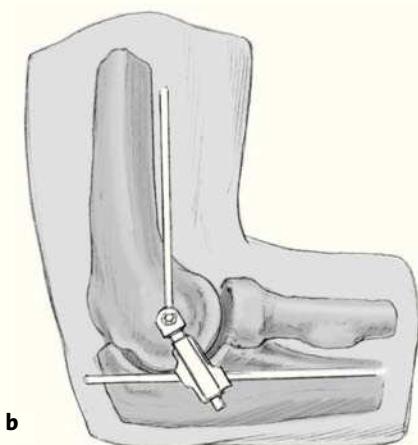
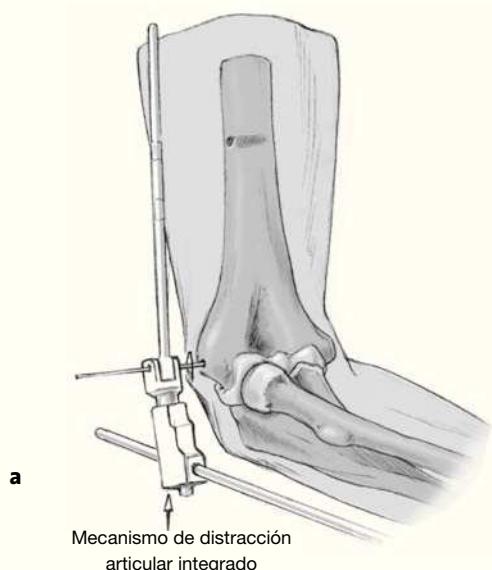
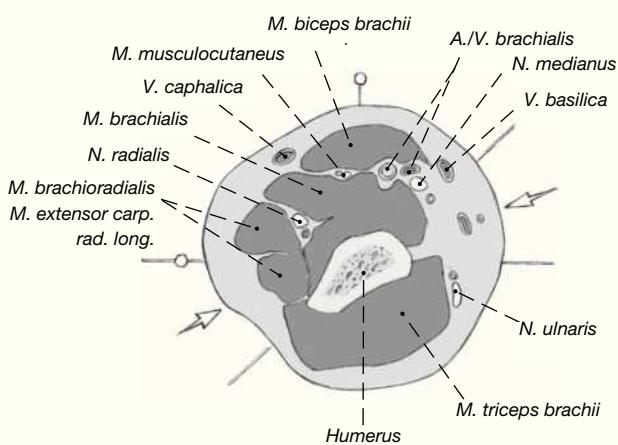


Figura 10

Las zonas seguras para introducir los clavos de Schanz se sitúan lateral y anteromedial con respecto al húmero⁴. Las flechas las señalan.

**Figura 11a y b**

a) El fijador se desliza sobre el clavo de referencia. La articulación y mecanismo de distracción integrados deben quedar distales (están indicados por la flecha) y completamente comprimidos. Se aprieta el receso hexagonal utilizando la llave plana. Además el fijador deberá quedar colocado lo más próximo posible al hueso en función de la situación de las partes blandas para la estabilidad. b) La barra de conexión humeral del Dynamic Joint Distractor® se alinea paralela a la cortical de la cara flexora del húmero bajo control escópico.

Figura 12

Se utiliza el fijador como plantilla para colocar un clavo de Schanz de 4 mm con ayuda de la guía de broca para el húmero distal, bicorticalmente, lateral y dorsal al nervio radial. Tras incidir la piel con la punta del bisturí, se practica la disección roma del tejido subcutáneo, y se mantiene separado.

Se debe iniciar el paso del clavo con una broca de 2 mm para evitar la lesión térmica y el aflojamiento prematuro de dichos clavos de Schanz. Los clavos de Schanz tienen que hacer presa en la cortical opuesta con la totalidad de su diámetro sin penetrar demasiado lejos. Una manera de asegurar una colocación correcta en los casos en los que hay una cortical fuerte, es percibir una segunda resistencia que aparece al pasar dos a tres roscas. La colocación manual permite un mejor control, mientras que la introducción con el motor universal sin una fuerza axial y velocidad elevada permite un mejor contacto entre el hueso y el clavo de Schanz. Se puede comprobar la posición de los clavos de Schanz con el amplificador de imágenes.

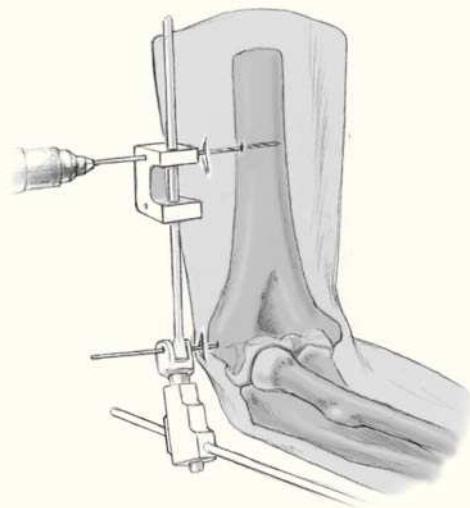
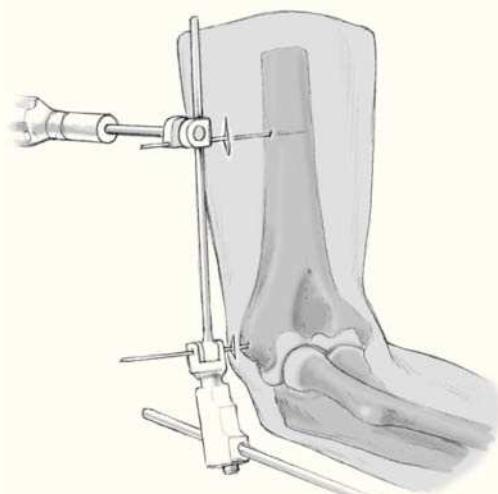
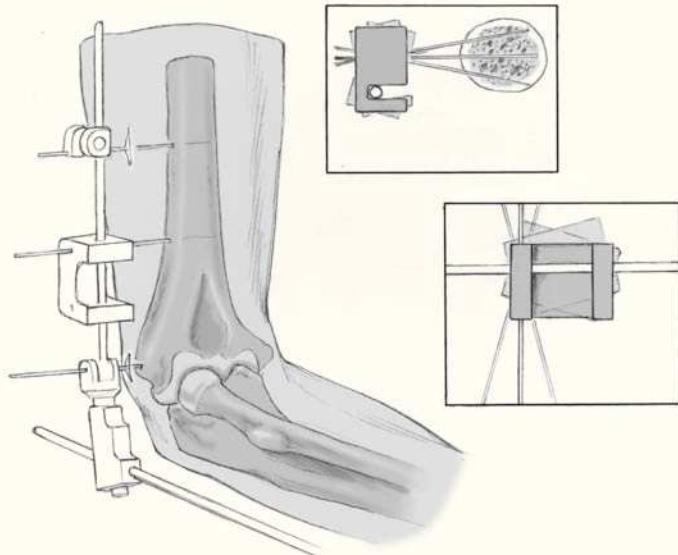


Figura 13

Se conecta la barra humeral del Dynamic Joint Distractor II® con la garra del Hoffmann II Compact® (clavo de Schanz a barra) al clavo de Schanz proximal con la llave de 5 mm dorada.



**Figura 14**

A continuación se perfora el orificio para el segundo clavo de Schanz utilizando la guía de perforación, distal al primero. La distancia entre los dos orificios de la guía de inserción marca la distancia mínima entre los dos clavos de Schanz. El orificio se realiza cerca de la articulación si es posible para aumentar la estabilidad, con una mayor distancia entre los dos clavos de Schanz. Para colocar el clavo exactamente en el centro de la diáfisis humeral basta con rotar 5° anterior o posteriormente, y subir o bajar la guía de perforación en la barra humeral. Se retira la guía de perforación y se fija el segundo clavo de Schanz al clavo humeral con una garra del Hoffmann II Compact® (garra clavo-barra).

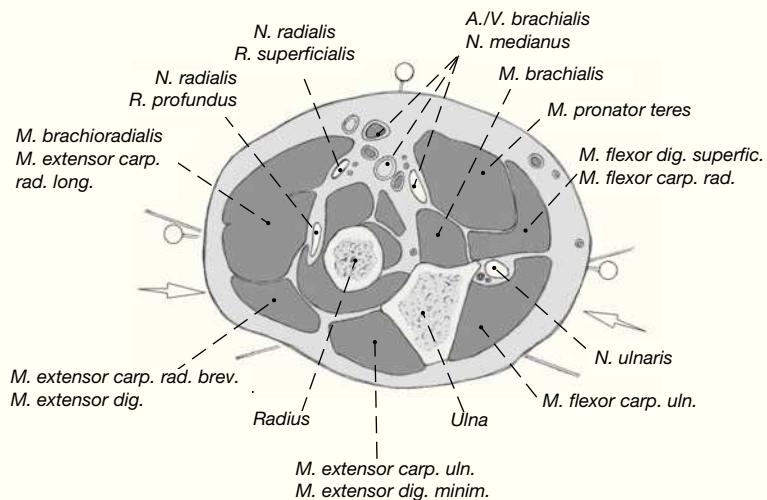


Figura 15

Las áreas seguras para colocar los clavos de Schanz se sitúan medial y lateral al cíbito⁴. Están indicadas por flechas.

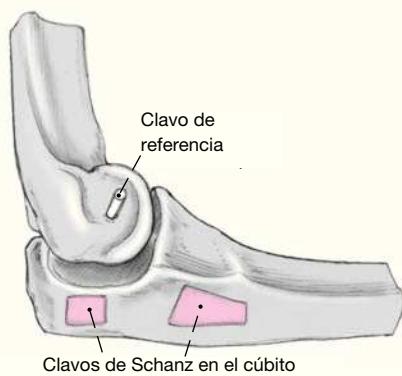


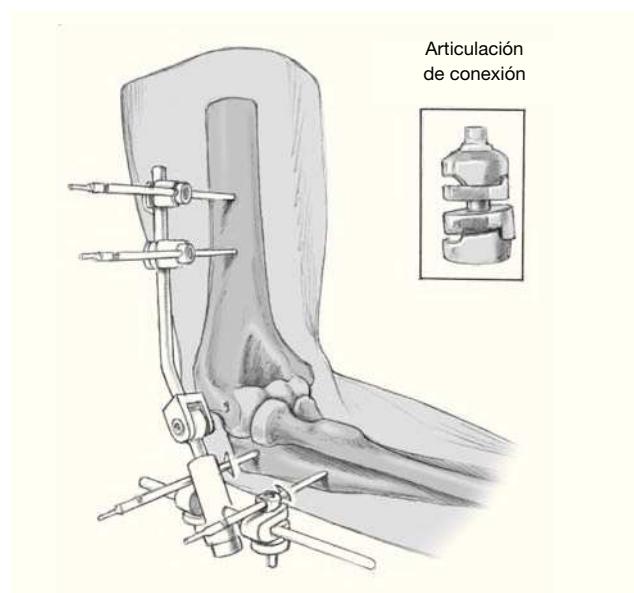
Figura 16

Se moviliza el codo para comprobar la colocación correcta del fijador articulado. Para la barra de conexión cubital se utilizan clavos de Schanz de 3 mm. Se colocan dorsalmente con el antebrazo en posición neutra. Los clavos de Schanz de 3 mm se sitúan anterior y posterior a la aguja de referencia utilizando la barra cubital como guía, tras hacer pequeñas incisiones y tras separación romo del tejido celular subcutáneo, y tras perforar previamente con una broca de 2 mm como se ha hecho previamente en el húmero con la ayuda de la guía de broca de 3 mm.

Primero se coloca el clavo distal. Una vez que este se ha fijado a la barra humeral con la llave, se coloca el segundo clavo de Schanz en el olecranon dorsal a la aguja de referencia. En este caso también se deben colocar a una distancia mayor a la de los dos orificios de la guía de inserción. La colocación óptima de los clavos de Schanz se logra haciendo movimientos de rotación y subiendo y bajando la guía de inserción de 3 mm. Se fijan los clavos a la barra cubital utilizando pinzas para múltiples clavos. Se retira la aguja de referencia.

Figura 17

Dynamic Joint Distractor® colocado con los clavos cubitales ya en posición y sin la aguja de referencia. La viñeta muestra una pinza del Hoffmann II Compact® (clavo-barra).

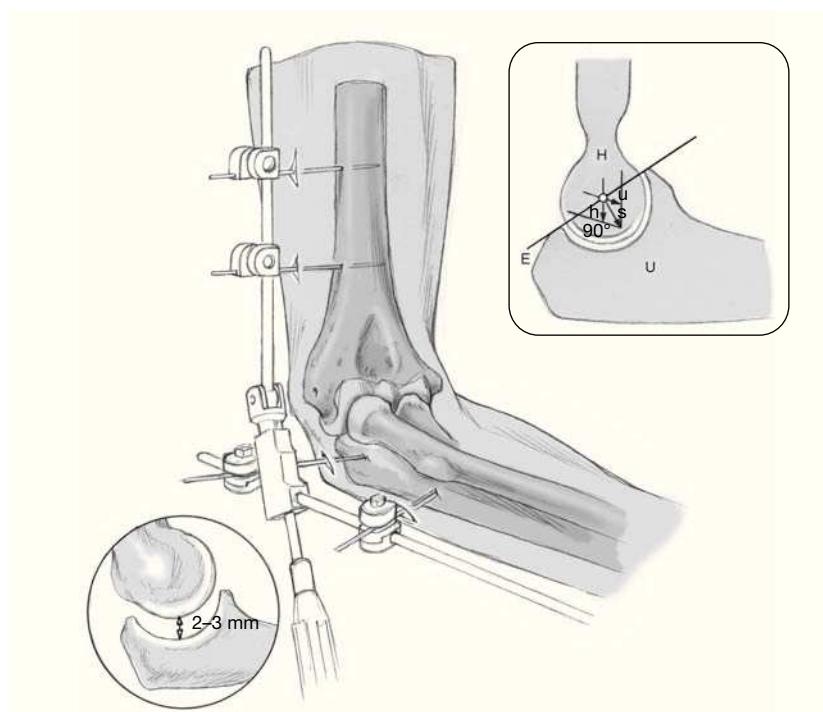
**Figura 18**

Dando una vuelta completa hacia la izquierda con la llave del Hoffmann II Compact® introducida en el mecanismo de distracción integrado, se consigue una distracción simétrica del cúbito de la superficie articular del húmero de 2-3 mm. Se continúa obteniendo una artrodiastasis por encima de la cantidad normal hasta cerca del doble del espacio articular radiológico normalmente visible²⁵.

La distracción simétrica de la articulación previene el pinzamiento anterior y posterior que se pueden producir si la distracción se realiza sólo en dirección humeral o cubital (indicado como vectores *u* y *h* en la viñeta de la derecha)^{2,25}. La distracción simétrica es perpendicular al plano original del surco troclear (vector *s*). El vector se compone de los vectores *u* y *h* juntos (viñeta de la derecha)^{2,25}.

Debe ser posible mover pasivamente la articulación húmero cubital sin crepitación.

La imagen del amplificador debe mostrar que no hay contacto entre las superficies articulares.



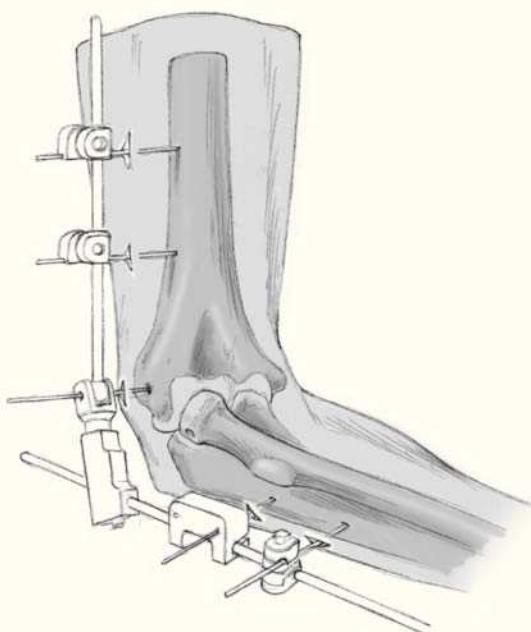


Figura 19

Colocación de los clavos de Schanz de 3 mm cubitales con la guía de perforación de 3 mm utilizando la barra cubital como guía para una fijación interna distal, por ejemplo, para la apófisis coronoides o para la cabeza del radio.

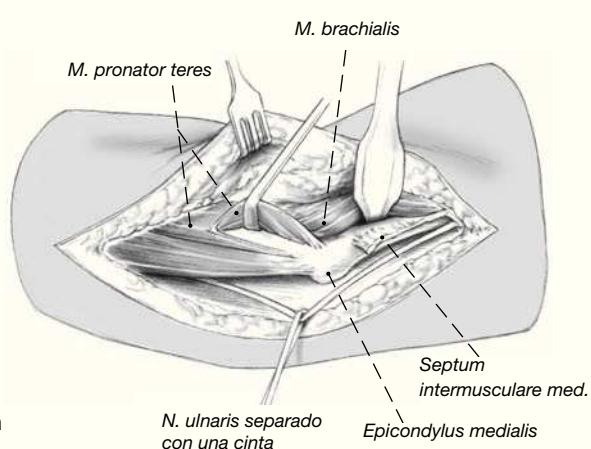
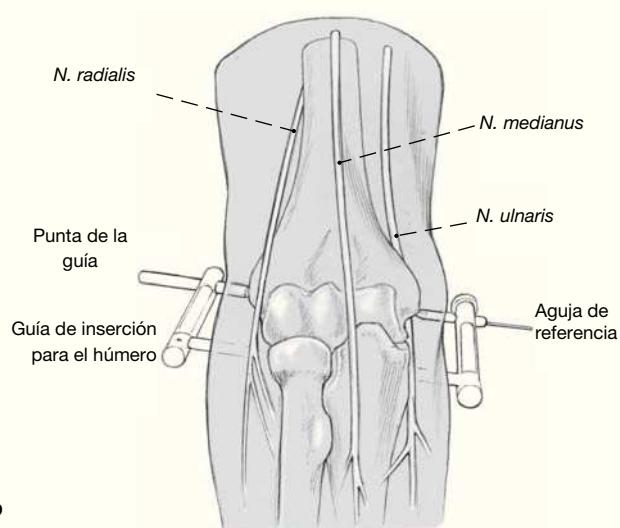
De nuevo se coloca primero el clavo distal.

Esta colocación descarga la fijación interna, de las fuerzas ejercidas a través de la articulación húmero-cubital. La colocación ligeramente asimétrica sólo permite una movilidad de 60-90° en la articulación humero-cubital.

Figuras 20a y b

La colocación medial se tiene que realizar de forma abierta. Se puede utilizar opcionalmente un manguito de isquemia en la parte alta del brazo. El brazo se coloca de manera que se pueda mover libremente. La incisión cutánea se arquea sobre el epicóndilo medial del húmero, después de la incisión cutánea, se identifica el nervio cubital y el borde anterior del músculo tríceps. Se incide la fascia y se diseña el nervio cubital, y se separa con una cinta de marcaje. Se diseña hasta alcanzar el surco del nervio cubital, con el codo flexionado, se divide la aponeurosis entre las inserciones cubital y humeral del flexor carpi ulnaris. Se libera el nervio cubital.

No es necesario cambiar de posición. Se identifica el septum intermuscular y se sigue anteriormente hasta el húmero. Se levantan los tejidos blandos del húmero y se desinserta el músculo pronador teres de su origen en el borde anterior del epicóndilo medial humeral. Se coloca la aguja de referencia en el eje de rotación o ligeramente más anterior y proximal al mismo. Aquí la distancia al nervio cubital es significativamente mayor. Se utiliza la guía de inserción humeral del Dynamic Joint Distractor® de forma invertida y se coloca la aguja de referencia en el eje de rotación desde la cara medial.

**a****b**



Figuras 21a-e

Paciente de 44 años de edad; colocación del fijador articulado para tratar una inestabilidad persistente tras una fractura-luxación del codo con fractura de la cabeza radial, Mason tipo II.

a) Codo derecho proyección lateral.

b) Codo derecho AP.

c) Codo derecho proyección lateral. Cambio de tratamiento a fijación externa articulada a los 6 días.

d) Codo derecho AP. Cambio de tratamiento a los 6 días a la fijación externa articulada.

e) 8º día postoperatorio tras la colocación de un fijador externo articulado.

Tratamiento postoperatorio

- Vendaje estéril con compresión a medida, vendaje elástico del brazo.
- Comprobación del estatus neurológico de la extremidad, especialmente el de los nervios en peligro.
- Se puede inmovilizar de manera transitoria el fijador para prevenir movimientos indeseados durante las primeras 24 h. Las garras (barra-barra) se deben colocar para tal fin, proximales al primer clavo de Schanz humeral, y distal al segundo clavo de Schanz cubital.

- Analgesia local con un catéter en el plexo braquial durante un máximo de 8 días.

- Inicio inmediato de ejercicios activos y pasivos con una férula motorizada, incluyendo rotación del antebrazo, en función del color y de la situación de las partes blandas. A los 8 días, se deberá haber alcanzado un tercio de la movilidad que se estimó posible intraoperatoriamente.

- La férula motorizada se utiliza durante 3 semanas tras la artrolisis y durante 6 semanas en los casos de fracturas.

- Comprobaciones radiológicas a las 4 y 12 semanas de la cirugía.
- Retirada del fijador a las 3-6 semanas (3 semanas en casos de artrodesis, y 6 semanas en las fracturas).

Errores, riesgos y complicaciones

Fractura iatrogénica debido a una perforación incorrecta del cúbito: fijación interna del mismo con una placa.

Lesión del nervio radial y de sus ramas durante la colocación de los clavos en el lado lateral y al nervio cubital durante la inserción lateral y medial: revisión de los nervios radial o cubital con reconstrucción nerviosa cuando sea necesario, posiblemente con injerto nervioso.

Irritación de las partes blandas por los clavos de Schanz que proyectan: corrección de los clavos de Schanz.

Infección del trayecto de los clavos con aflojamiento de los clavos de Schanz: deben ser retirados y cambiados para prevenir la extensión de la infección.

Infección de partes blandas: desinfección diaria y limpieza bajo supervisión médica y administración de un antibiótico por vía oral hasta que se haya resuelto la infección. En algunos casos reincisión de los puntos de entrada relevantes.

Infección articular: revisión articular abierta o artroscópica con irrigación extensa en intervalos de 2-3 días hasta que se cure la infección.

Lesión vascular: en los casos de vasos de pequeño calibre coagulación eléctrica, para lesiones de la arteria braquial sutura del vaso con parche venoso o con injerto venoso si fuese necesario.

Distrofia simpaticorrefleja: bloqueo simpático, administración de guanetidina intravenosa, corticoides, vasodilatadores, antioxidantes, también ejercicios activos de la extremidad en el rango de movilidad indoloro²³.

Resultados (fig. 21)

En un estudio retrospectivo, se investigaron diez pacientes que habían sido tratados entre abril del 2001 y marzo del 2003 por inestabilidad persistente a 90° de flexión o por una luxación antigua del codo. La edad media era de 51 años (40-62 años). En nueve pacientes había una inestabilidad persistente tras la luxación o una fractura luxación; en un caso el paciente tenía inestabilidad persistente tras una fijación interna repetida de una fractura percondílea del húmero. Cuatro fracturas-luxación afectaban tanto a la cabeza radial como a la apófisis coronoides, y dos a la cabeza radial sólo. Las fracturas de la cabeza del radio se clasificaron siguiendo la clasificación de Masons^{16,18} y las fracturas de la coronoides según la clasificación de Regan & Morrey²⁷. Dos fracturas de la cabeza del

Tabla 1

Esquema de evaluación funcional de la Mayo del codo, según Morrey & An²¹

Dolor (45 puntos)	
Sin dolor	45 puntos
Dolor leve	30 puntos
Dolor moderado	15 puntos
Dolor severo	0 puntos
Movilidad (20 puntos)	
> 100°	20 puntos
50-100°	15 puntos
< 50°	5 puntos
Estabilidad (10 puntos)	
Codo estable	10 puntos
Codo moderadamente inestable	5 puntos
Codo gravemente inestable	0 puntos
Función (25 puntos)	
Comer con cuchillo	5 puntos
Peinarse	5 puntos
Lavarse	5 puntos
Ponerse una camisa	5 puntos
Ponerse los zapatos	5 puntos
Resultados	
Excelente	90-100 puntos
Bueno	75-89 puntos
Satisfactorio	60-74 puntos
Malo	< 60 puntos

radio eran del tipo I y cuatro del tipo II^{16,18}. Dos fracturas de la apófisis coronoides eran del tipo III de Regan & Morrey y dos del tipo II²⁷.

Todas las lesiones del codo fueron tratadas el día del ingreso. Siete pacientes fueron estabilizados con fijación interna; en un caso había inestabilidad tras varios intentos de fijación interna por una caída posterior con ruptura de la placa y una fractura intraarticular del húmero distal. Seis pacientes fueron tratados inicialmente con un fijador AO. Las causas fueron fracturas luxación con una luxación abierta grado 3 (grado 3B según la clasificación de Gustilo & Anderson⁷), también una luxación de codo antigua. Inicialmente no se utilizó un fijador externo articulado en estos casos porque el fijador AO proporciona una mayor estabilidad y la fijación con tornillos debe evitar la zona de partes blandas lesionada. La colocación junto a la articulación aumenta el riesgo de infección en la zona articular traumatizada más de lo justificable según Gauselhol & Pennig⁶. Se cambia el tratamiento a la fijación abi-

Tabla 2

Revisión de nuestros pacientes

Paciente/ sexo	Edad (años)	Lesión	Tratamiento inicial	Colocación del fijador externo	Duración de la fijación (semanas)	Resultado de la escala de Morrey
1/H	62	Luxación con fractura de la cabeza radial, fractura de la apófisis coronoides	Fijación interna de la cabeza radial y de la apófisis coronoides, colocación del fijador externo	Procedimiento en segundo tiempo a los 6 días	6	Satisfactorio
2/H	40	Luxación con fractura de la cabeza radial, fractura de la apófisis coronoides	Fijación interna de la cabeza radial, colocación del fijador externo	Procedimiento en segundo tiempo a los 3 días	6	Bueno
3/H	44	Luxación con fractura de la cabeza radial	Fijación interna de la cabeza radial, colocación del fijador externo	Procedimiento en segundo tiempo a los 6 días	6	Bueno
4/H	55	Luxación abierta grado III del codo	Desbridamiento, lavado, reconstrucción de los ligamentos capsulares laterales, colocación del fijador externo	Procedimiento en segundo tiempo a los 14 días	4	Muy bueno
5/M	61	Luxación crónica del codo	Reconstrucción del ligamento capsular lateral, colocación del fijador externo	Procedimiento en segundo tiempo a los 8 días, reconstrucción del ligamento capsular medial	6	Muy bueno, a las 4 semanas de la retirada del fijador externo, fijación interna de la fractura diafisaria cubital
6/M	50	Luxación con fractura de la cabeza radial, fractura de la apófisis coronoides	Fijación interna de la cabeza radial y de la apófisis coronoides, colocación del fijador externo	Procedimiento en segundo tiempo a los 8 días	6	Satisfactorio
7/H	48	Caída tras la fijación interna de una fractura comminuta percondilar del húmero	Se repite la fijación interna con la colocación de un fijador externo articulado		6	Satisfactorio
8/M	50	Luxación con inestabilidad persistente	Sutura del ligamento capsular lateral, colocación del fijador externo		4	Satisfactorio
9/M	51	Luxación con fractura de la cabeza radial, fractura de la apófisis coronoides	Fijación interna de la cabeza radial y sutura transósea de la apófisis coronoides, colocación de un fijador externo articulado		6	Satisfactorio
10/H	50	Luxación con fractura de la cabeza radial	Fijación interna de la cabeza radial, colocación del fijador externo articulado		6	Bueno

H: hombre; M: mujer

sagrada tras un promedio de 8 días (3-14 días). Todos los fijadores articulados se colocaron desde la cara lateral. No se produjeron infecciones del trayecto de los clavos ni de las partes blandas. El tratamiento postoperatorio siguió las recomendaciones previamente descritas. Los pacientes acudieron a una visita de seguimiento tras un periodo mínimo de 4 meses (4-27 meses, media 21,5 meses). Todos

los codos eran clínicamente estables. No se produjeron lesiones vasculares ni nerviosas. Una paciente mujer con una luxación crónica de codo, presentó una fractura del cúbito en la zona del canal del clavo de Schanz proximal a las 4 semanas de la retirada del fijador articulado.

El resultado funcional se evaluó siguiendo la escala Mayo Elbow Performance (Morrey) Score²¹ (tabla 1), y la sa-

tisfacción subjetiva, siguiendo la escala DASH (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand)⁹. El resultado alcanzó un promedio de 78 puntos en la escala de la Clínica Mayo; fue muy bueno en dos pacientes, bueno en tres, y satisfactorio en cinco (tabla 2). Los resultados publicados por Júpiter y Ring en las luxaciones crónicas fueron mejores, con una puntuación promedio de 89 puntos¹¹. Los motivos para unos resultados peores en nuestro grupo de estudio son las fracturas-luxación, que sólo alcanzan resultados satisfactorios de función según la Escala de Morrey^{20,25,26,29}. La puntuación media en la escala DASH sumó 18 puntos (0-32); lo que se corresponde con una restricción leve de la función.

Bibliografía

- Amis AA. Biomechanics of the elbow. In Wallace WA, ed. Joint replacement in the shoulder and elbow. London: Butterworth-Heinemann, 1996:105-26.
- Blaith M, Gösling T. Rekonstruktive Eingriffe am Ellenbogen. In: Schmit-Neuerburg KP, Towfigh H, Letsch R, Hrsg. Tscherne Unfallchirurgie, Ellenbogen, Unterarm, Hand, Bd 1. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 2001:77-154.
- Dürig M, Müller W, Ruedi TP, et al. The operative treatment of elbow dislocation in the adult. J Bone Joint Surg Am 1979;61:239-44.
- Faure C, Merloz P. Zugänge für die Fixateur-externe-Osteosynthese. Atlas anatomischer Querschnitte. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 1987.
- Fick R. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Spezielle Gelenk- und Muskelmechanik, H. Ellenbogengelenk. In: Bardeleben K von, Hrsg. Handbuch der Anatomie des Menschen, 2. Bd, 1. Abtlg, Teil 3. Jena: Fischer, 1911:283-357.
- Gausepohl T, Pennig D. Luxationen und Luxationsfrakturen des Ellenbogens – Einsatz des Bewegungsfixateurs. In: Meyer R-P, Kappeler U, Hrsg. Ellenbogenchirurgie in der Praxis. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 1998:161-82.
- Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. J Bone Joint Surg Am 1976;58:453-8.
- Hotchkiss RN. Displaced fractures of the radial head: internal fixation or excision? J Am Acad Orthop Surg 1997;5:1-10.
- Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). Upper Extremity Collaborative Group. Am J Ind Med 1996;29:602-8.
- Josefsson PO, Gentz CF, Johnell O, et al. Dislocations of the elbow and intraarticular fractures. Clin Orthop 1989;246:126-30.
- Jupiter JB, Ring D. Treatment of unreduced elbow dislocations with hinged external fixation. J Bone Joint Surg Am 2002;84:1630-5.
- Kapandji IA. Funktionelle Anatomie der Gelenke, Bd 1: Obere Extremität, 3. Aufl. Stuttgart: Hippokrates, 1999:72-128.
- Lanz T, Wachsmuth W. Praktische Anatomie, Bd I, 3. Teil. Berlin: Springer, 1959:132-73.
- London JT. Kinematics of the elbow. J Bone Joint Surg Am 1981;63:529-36.
- Madey SM, Bottlang M, Steyers CM, et al. Hinged external fixation of the elbow: optimal axis alignment to minimize motion resistance. J Orthop Trauma 2000;14:41-7.
- 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.
- McKee MD, Bowden SH, King GJ, et al. Management of recurrent complex instability of the elbow with a hinged external fixator. J Bone Joint Surg Br 1998;80:1031-6.
- McKee MD, Jupiter JB. Trauma to the adult elbow. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, et al., eds. Skeletal trauma, vol II. Philadelphia: Saunders, 1998:1458.
- Morrey BF. Posttraumatic stiffness: distraction arthroplasty. In: Morrey BF, ed. The elbow and its disorders. Philadelphia: Saunders, 1993:476-91.
- Morrey BF. Instructional Course Lectures. The American Academy of Orthopaedic Surgeons. Complex instability of the elbow. J Bone Joint Surg Am 1997;79:460-9.
- Morrey BF, An KN. Functional evaluation of the elbow. In: Morrey BF, ed. The elbow and its disorders. Philadelphia: Saunders, 2000:74-83.
- O'Driscoll SW, Morrey BF, Korinek S, et al. Elbow subluxation and dislocation. A spectrum of instability. Clin Orthop 1992;280:186-97.
- Oestern HJ. Sympathische Reflexdystrophie. In: Schmit-Neuerburg KP, Towfigh H, Letsch R, Hrsg. Tscherne Unfallchirurgie, Ellenbogen, Unterarm, Hand, Bd 1. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 2001:259-60.
- Pauwels F. Atlas zur Biomechanik der gesunden und kranken Hüfte. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 1973.
- Pennig D, Gausepohl T, Mader K, et al. Die posttraumatische Ellenbogensteife – Gelenkdistraktion mit Fixateur externe als Behandlungskonzept. In: Meyer R-P, Kappeler U, Hrsg. Ellenbogenchirurgie in der Praxis. Berlin-Heidelberg-New York: Springer, 1998:183-205.
- Platz A, Payne B, Trentz O. Treatment of proximal ulnar comminuted fractures – a challenge. Swiss Surg 2002;8:187-92.
- Regan W, Morrey B. Fractures of the coronoid process of the ulna. J Bone Joint Surg Am 1989;71:1348-54.
- Ring D, Jupiter JB. Fracture-dislocation of the elbow. Current Concepts Review. J Bone Joint Surg Am 1998;80:566-80.
- Ring D, Jupiter JB, Zilberfarb J. Posterior dislocation of the elbow with fractures of the radial head and coronoid. J Bone Joint Surg Am 2002;84:547-51.
- Steinbeck J. Ellenbogen. In: Jerosch J, Castro WHM, Hrsg. Orthopädisch-traumatologische Gelenkdiagnostik. Stuttgart: Enke, 1995:89-106.
- Thomsen M, Loew M, Nägerl H. Kinematik und Biomechanik des Ellenbogengelenks. Orthopäde 2001;30:582-6.
- Walter E, Holz U, Köhle H. Die Indikation zur Operation bei der Ellenbogenluxation. Orthopäde 1988;17:306-12.
- Youm Y, Dryer RF, Thambryrajah K, et al. Biomechanical analysis of forearm pronation-supination and elbow flexion-extension. J Biomech 1979;12:245.

Correspondencia

Dr. Werner Kolb
Oberarzt der
Klinik für Unfallchirurgie
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Erlanger Allee 101
D-07747 Jena
Tel.: (+49/3641) 334768
Mobil (+49/172) 6068501
Fax (+49/711) 472755
Correo electrónico: wkolb@med.uni-jena.de
drwerner.kolb@t-online.de