

TEMA DE ACTUALIZACIÓN

# Fijación externa e interna en el manejo de la inestabilidad aguda

D. Cecilia-López<sup>1,2,3,4,5</sup>, C. Ortega-Romero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Mano y Codo. Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

<sup>2</sup> Viamed Hospital Santa Elena. Madrid

<sup>3</sup> Vithas Hospital La Milagrosa. Madrid

<sup>4</sup> Departamento de Cirugía. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid

<sup>5</sup> Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

## Correspondencia:

Dr. David Cecilia-López

Correo electrónico: dacecilia@hotmail.com

Recibido el 5 de septiembre de 2024

Aceptado el 1 de noviembre de 2024

Disponible en Internet: noviembre de 2024

## RESUMEN

Las fracturas-luxaciones de codo son lesiones complejas que requieren un tratamiento bien protocolizado. A pesar de los avances en la comprensión de la anatomía y la biomecánica del codo, estas lesiones presentan un alto riesgo de complicaciones, como la inestabilidad recurrente. Por este motivo, es necesario conocer los implantes existentes, ya sean fijadores externos o internos, que aporten la estabilidad adicional necesaria, si no es suficiente con la reparación de las estructuras lesionadas.

**Palabras clave:** Fijación externa. Inestabilidad aguda del codo. Fractura del codo. Fijador interno.

## ABSTRACT

### External and internal fixation in the management of acute elbow instability

Elbow fracture-dislocations are complex injuries that require a protocolized treatment. Despite advances in the understanding of the anatomy and biomechanics of the elbow, these injuries present a high risk of complications, such as recurrent instability. For this reason, it is necessary to be aware of existing implants, whether external or internal fixators, which provide the necessary additional stability if the repair of the damaged structures is not enough.

**Key words:** External fixation. Acute elbow instability. Elbow fracture. Internal fixation.



<https://doi.org/10.24129/j.retla.07214.fs2409017>

© 2024 Sociedad Española de Traumatología Laboral. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® ([www.fondoscience.com](http://www.fondoscience.com)). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND ([www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/](http://www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)).

## Introducción

El codo, tras el hombro, es la segunda articulación que más frecuentemente se luxa en adultos y en un 26% de las ocasiones tiene asociadas fracturas de la cabeza radial y/o la apófisis coronoides<sup>(1)</sup>.

De forma frecuente, este tipo de lesiones se ha asociado a malos resultados por el desarrollo de inestabilidad, ya sea aguda o crónica, rigidez, dolor y artrosis postraumática<sup>(2,3)</sup>. Una comprensión más profunda de la anatomía del codo y de sus estabilizadores primarios y secundarios ha sido clave para mejorar el entendimiento de la fisiopatología de estas lesiones y optimizar su tratamiento.

Sin embargo, en algunos casos, a pesar de reparar las estructuras dañadas de forma correcta, el codo sigue siendo inestable y es necesario plantear el uso de fijadores externos o internos para descargar las fuerzas a las que se ven sometidas las estructuras reparadas y permitir su cicatrización.

## Anatomía y biomecánica

La anatomía funcional del codo depende de las estructuras óseas y los ligamentos capsulares. Para recuperar la estabilidad y la funcionalidad del codo después de una fractura-luxación, es esencial el abordaje integral de todas las estructuras afectadas.

Se han identificado 2 tipos de estabilizadores: los estáticos y los dinámicos, que son los músculos que atraviesan la articulación del codo. Dentro de los estabilizadores estáticos, destacan los primarios, que incluyen la articulación ulnohumeral (la más importante), el ligamento colateral lateral (LCL), especialmente su fascículo colateral cubital lateral, y el ligamento colateral medial (LCM), principalmente su fascículo anterior, que, junto a la cabeza radial, son los principales responsables de resistir las fuerzas en valgo<sup>(3,4)</sup>.

Los estabilizadores secundarios incluyen la articulación radiocapitelar, importante estabilizador contra las fuerzas valguizantes, el origen de la musculatura flexo pronadora y supinoextensora, y la cápsula articular, que aporta estabilidad principalmente en extensión<sup>(5)</sup>.

## Fracturas luxaciones de codo, patrones de inestabilidad, mecanismo lesional

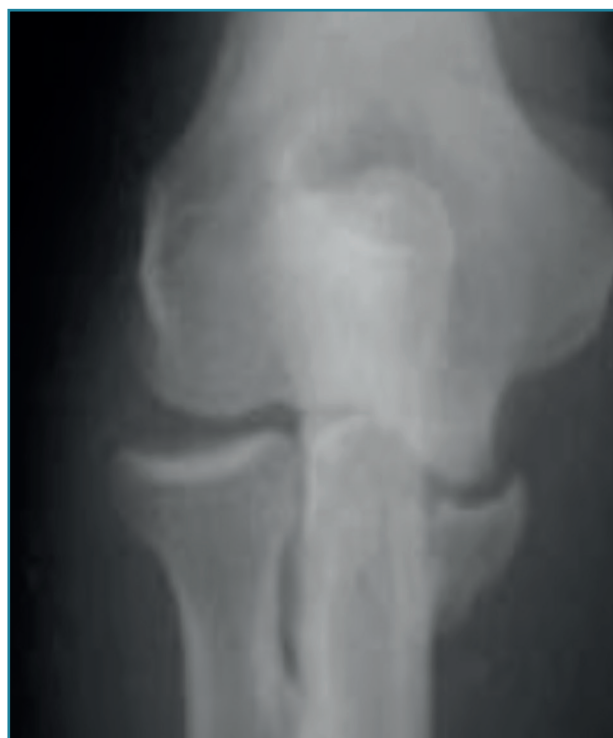
Es importante reconocer el mecanismo lesional para entender qué estructuras se van a ver alteradas tras una luxación de codo y así poder dirigir correctamente el tratamiento. A continuación, se describen los 3 más frecuentes<sup>(5)</sup>.

El primer patrón de inestabilidad se conoce como tríada terrible del codo. Se produce tras una caída con el



**Figura 1.** Radiografía lateral de una fractura-luxación transolecraneana.

brazo en extensión, con supinación, valgo y carga axial, y la fuerza progresa desde estructuras laterales a mediales. En primer lugar, se produce una disrupción del LCL ulnar (LCLU), que se arranca del epicóndilo lateral; a continuación, tiene lugar una luxación inferior de la cabeza radial; y, finalmente, las fuerzas de cizallamiento pasan a través de la punta de la coronoides hasta lesionar el LCM. Esto ocasiona una inestabilidad en valgo posterolateral rotatoria.



**Figura 2.** Radiografía anteroposterior de una lesión que produce inestabilidad en varo posteromedial.



**Figura 3.** Radiografía lateral de una tríada terrible del codo.

El siguiente patrón de inestabilidad tiene lugar tras una caída hacia atrás con el brazo extendido y provoca una inestabilidad en varo posteromedial. Se lesiona el LCL y se fractura la carilla anteromedial de la coronoides. En este tipo de lesiones, la cabeza radial típicamente no está fracturada.

Finalmente, existen las lesiones que se producen por un trauma de alta energía contra el codo en flexión. Se genera una fractura-luxación transolecraneana, que puede conllevar una luxación anterior o posterior de codo.

Este tipo de lesiones se puede confundir con una fractura-luxación de Monteggia-Bado I. La diferencia es que no se ve afectada la articulación radiocubital proximal y los ligamentos colaterales medial y lateral permanecen anclados al fragmento distal del cúbito (**Figuras 1, 2 y 3**).

### Tratamiento protocolizado

Tradicionalmente, varios aspectos del enfoque terapéutico de estas lesiones han sido motivo de debate. Por ejemplo, qué estructuras se deben reparar y a través de qué abordaje, si es necesario tratar quirúrgicamente las fracturas de la apófisis coronoides, qué hacer con la cabeza radial, cómo abordar la reparación ligamentosa y en qué orden debe realizarse cada procedimiento. Por ello, multitud de autores han propuesto protocolos para estandarizar los pasos en el tratamiento<sup>(6-8)</sup>.

En cuanto al abordaje, los más frecuentemente utilizados son el de Kaplan, entre el *extensor carpi radialis* y el *extensor digitorum communis*, o el abordaje de Kocher, entre el ancóneo y el *extensor carpi ulnaris*, que proporciona un mejor acceso al LCL. Ambos ponen en riesgo el nervio interóseo posterior, que se puede proteger con la pronación del antebrazo. También se plantea la posibilidad de añadir un abordaje medial si la fractura de coronoides tiene suficiente entidad (O'Discroll II-III) o es necesario reparar el LCM<sup>(9,10)</sup>.

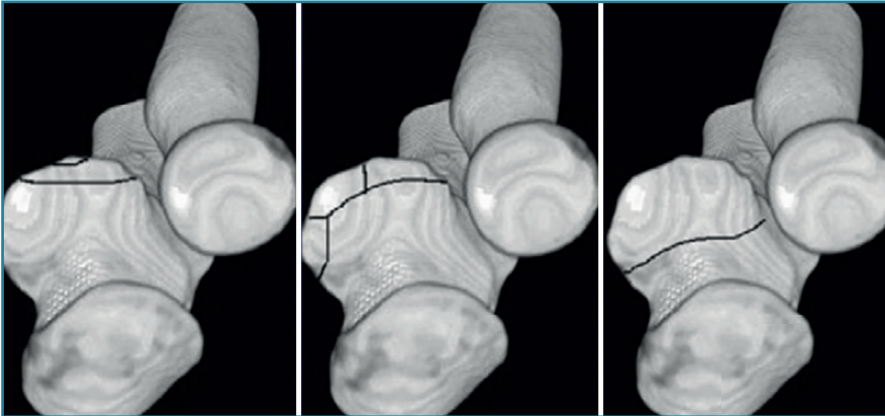
Sobre las fracturas de la cabeza radial, existe consenso en que esta se debe conservar, ya sea mediante su osteosíntesis o su sustitución por prótesis para conseguir la estabilidad del codo. En cuanto a la técnica quirúrgica, se prefiere reservar la artroplastia para aquellas fracturas no sintetizables, ya sea porque son muy conminutas o por la mala calidad del hueso, o en aquellas fracturas con gran afectación articular<sup>(11,12)</sup>.

Otro punto importante en este tipo de lesiones son las fracturas de la apófisis coronoides y si es necesario o no repararlas y cómo. Estudios sobre la biomecánica del codo sugieren que incluso fracturas que involucran menos del 50% de la coronoides suponen una pérdida importante de la estabilidad de la articulación; sin embargo, su exposición y fijación interna sigue siendo un reto para muchos cirujanos incluso con gran experiencia<sup>(13)</sup>.

La reducción y la fijación interna de este tipo de fracturas es más sencilla si se realiza antes de la fijación o sustitución de la cabeza radial y de la reparación del LCL, por lo que es importante tener en cuenta si va a ser necesaria la reparación de la apófisis coronoides durante la planificación quirúrgica. Clásicamente, se había utilizado la clasificación de Regan-Morrey para definir este tipo de fracturas; sin embargo, actualmente la clasificación de O'Discroll *et al.* ofrece una forma más detallada de definir las, basada en la morfología según la tomografía axial computarizada (TAC)<sup>(14)</sup>. Se divide en los tipos I a III. Las de tipo I son fracturas de la punta, asociadas típicamente a la tríada terrible de codo. Este tipo de fracturas son difícilmente sintetizables por su pequeño tamaño, por lo que se prefiere repararlas con arpones o suturas transóseas de tipo Lasso<sup>(15)</sup>. Es importante destacar también que la necesidad de reparar la coronoides, por pequeño que sea el fragmento, recae en que puede contener la inserción a la cápsula anterior, que proporciona estabilidad en el plano anteroposterior<sup>(7)</sup>.

Las de tipo II son fracturas de la faceta anteromedial, relacionadas con la inestabilidad en varo posteromedial rotatoria, y las de tipo III, de la base de la apófisis, asociadas a fracturas-luxaciones transolecraneanas, son fracturas de mayor tamaño para las que a veces es necesario realizar un abordaje medial y se utilizan en su síntesis, tornillos o placas preconformadas<sup>(5-14)</sup> (**Figura 4**).

En cuanto a la reparación del LCL, principal estabilizador primario en la zona lateral, existe consenso en la



**Figura 4.** Clasificación de O'Discroll de fracturas de la apófisis coronoides basada en su morfología por tomografía axial computarizada<sup>(14)</sup>.

necesidad de su re inserción y lo más frecuente es que se produzca una avulsión en bloque del epicóndilo<sup>(8)</sup>.

Finalmente, un concepto muy discutido es la necesidad de reinsertar el LCM; diversos autores defienden que, si el codo es estable tras reparar el resto de las estructuras comentadas, el LCM cicatrizará y no será necesaria su reparación, sin encontrarse después diferencias funcionales<sup>(16)</sup>. Esto supondría una ventaja en cuanto a que limita la disección de las partes blandas y disminuiría el riesgo de lesión del nervio cubital<sup>(16)</sup>.

Sin embargo, otros autores optan por su reparación cuando ha sido necesario realizar un abordaje medial para exponer la fractura de la coronoides, cuando las características de la fractura exponen la lesión o cuando, a pesar de haber reparado el resto de las lesiones, persiste inestabilidad clínica o radiológica en el quirófano<sup>(8)</sup>.

### Fijación externa vs. interna

Uno de los objetivos tras realizar estos gestos quirúrgicos sobre las estructuras lesionadas es mantener una reducción concéntrica entre los 20 y los 130° de flexoextensión<sup>(17)</sup>, y, si no se obtiene un resultado satisfactorio y persiste la inestabilidad, entra en juego la necesidad de utilizar un dispositivo de fijación externa o interna, para descargar las fuerzas a las que se ven sometidas las estructuras reparadas y permitir su cicatrización. Además, hay que valorar la necesidad de

su aplicación ante fracturas o fracturas-luxaciones abiertas o con afectación de las partes blandas importante<sup>(18,19)</sup>. Según la bibliografía, la necesidad de estos dispositivos oscila entre un 2 y un 26%<sup>(8)</sup>.

Se pueden elegir dispositivos de fijación externa o interna, y los primeros pueden ser estáticos o dinámicos.

### Fijación externa

En relación con los fijadores externos, independientemente del dispositivo, cuando se aplican, los pines suelen insertarse

en el lado lateral del húmero y en la parte posterior del cúbito para reducir el riesgo de lesión neurovascular.

Los pines se interconectan con barras y para añadir rigidez al montaje se puede aumentar el diámetro del pin, reducir la distancia entre pines, disminuir la distancia entre las barras y el hueso, o realizar un montaje multiplanar.

La fijación externa proporciona estabilidad y mantiene la articulación congruente mientras permite la curación de lesiones ligamentosas y óseas. Además, gracias al desarrollo de los fijadores dinámicos, es posible la movilización precoz tras la intervención.

En cuanto a los fijadores dinámicos, es importante alinear el eje del fijador con el eje de flexoextensión en todos sus grados. Este eje está rotado internamente entre



**Figura 5.** Fijador externo tras persistir inestabilidad residual.

3 y 8° con respecto al plano de los epicóndilos y forma un ángulo de 82 a 86° con el eje del húmero<sup>(20)</sup>. Una traslación de 5 mm o angulación de 5° deriva en un aumento de hasta 4 veces las fuerzas de flexión normales<sup>(17,20)</sup>. Para localizar el axis, el punto de referencia anatómico a nivel lateral se sitúa en el tubérculo de origen del LCL y en un punto anteroinferior a nivel del epicóndilo medial<sup>(17)</sup>.

Se trata de dispositivos que pueden ser molestos y mal tolerados por el paciente, por lo que es importante explicar correctamente cómo proceder con el mantenimiento y cuidado, y cuáles son los objetivos del tratamiento en cuanto a los resultados funcionales (**Figura 5**).

### Fijación interna

Las opciones para la estabilización interna incluyen la fijación transarticular, el uso de placas o el estabilizador articular interno Internal Joint Stabilizer (IJS®).

Ring *et al.*<sup>(21)</sup> concluyen que la fijación transarticular con pines Steinmann puede ser una alternativa a los fijadores externos para el tratamiento de la inestabilidad tras la reparación del LCL, fractura de cabeza radial y apófisis coronoides en las lesiones de tipo tríada del codo.

Como alternativa a esta técnica, Orbay describió por primera vez en 2014 el IJS®. Este dispositivo está diseñado como estabilizador adicional cuando exista suficiente *stock* óseo e inestabilidad residual tras el tratamiento quirúrgico de las estructuras lesionadas. Todavía no existen indicaciones claras y en muchas ocasiones recae en la experiencia del cirujano la decisión de usarlo<sup>(22)</sup>. En la bibliografía actualmente publicada, su uso más común es en el tratamiento de la inestabilidad residual tras una tríada terrible de codo<sup>(23-25)</sup>.

En general, no se recomienda este dispositivo en pacientes con afectación importante de las partes blandas, fracturas de apófisis coronoides de más del 50%, infección activa, osteoporosis grave, pérdida ósea de más del 30% de la articulación o afectación de toda la columna humeral<sup>(23)</sup>.

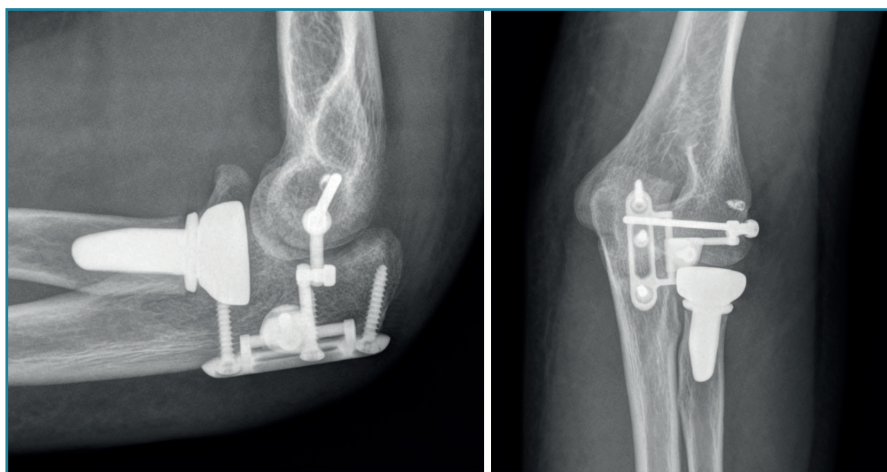
En cuanto a la técnica quirúrgica, la necesidad de usar un dispositivo adicional como el IJS® para aportar estabilidad debería valorarse en la planificación preoperatoria. Se debe tener en cuenta para dejar libre el centro de rotación del epicóndilo lateral, donde se colocará el pin del axis, y no reinsertar en ese mismo punto el LCL®, ya que, como se ha comentado, modificarlo aumenta de forma notable las fuerzas a las que se somete la articulación.

Para reparar el LCL, este puede reinsertarse con un arpón que normalmente se sitúa posterior y proximal al punto elegido para el pin<sup>(24,25)</sup>.

Para facilitar este paso, muchos cirujanos proceden en primer lugar a la colocación del pin humeral (*axis pin*) o una aguja de Kirschner a nivel del punto isométrico antes de realizar la reparación osteoligamentosa<sup>(22)</sup>. En este paso se comprueba la correcta colocación del pin con una guía y mediante fluoroscopia. Es importante, para evitar lesionar el nervio cubital, no traspasar la cortical medial y, si la medida queda entre 2 longitudes, elegir la más corta (**Figura 6**).



**Figura 6.** Identificación del punto isométrico para axis pin.



**Figura 7.** Radiografías lateral y anteroposterior tras colocación del IJS®.

Tras realizar este paso, se realiza la reparación del resto de las estructuras. Al concluirla, se verifica la estabilidad y la congruencia articular a lo largo de todo el arco de movilidad en flexoextensión y, si se evidencia inestabilidad franca, se procede a la colocación del dispositivo según está descrita la técnica por el fabricante (Figura 7).

## Discusión

En cuanto al uso de fijadores externos para el tratamiento de la inestabilidad residual, Al-Qahtani reportó resultados clínicos similares y tasas de complicaciones comparables entre la fijación estática y la dinámica. Por consiguiente, estos autores concluyeron que la fijación estática podría ser la opción preferida, al ser más fácil técnicamente<sup>(26)</sup>.

En la revisión de De Crescenzo *et al.*<sup>(22)</sup>, diversos estudios muestran resultados funcionales satisfactorios con tasas variables de complicaciones tras la colocación de un fijador externo, siendo las relacionadas con los pines las más comunes. Esto es debido a la cercanía de su colocación a estructuras neurovasculares y a la exposición prolongada del trayecto de los pines, que aumenta el riesgo de infección. En una de las series más grande, de Cheung *et al.*, se describe un 18% de complicaciones relacionadas con los pines, ya sea en forma de infección, aflojamiento o fractura<sup>(27)</sup>.

En algunas series se han llegado a describir tasas de complicaciones de hasta un 67%, de entre las cuales destacan también, además de las infecciones del trayecto de los pines, lesiones nerviosas, movilización de los pines y fracturas alrededor de estos<sup>(21,27)</sup>. En el estudio de Al-Qahtani se describen tasas de infección similares entre fijadores externos dinámicos y estáticos<sup>(26)</sup>.

Finalmente, a nivel biomecánico, hay que tener en cuenta que, al tratarse de un dispositivo externo, presenta un brazo de palanca largo que dificulta la recreación del eje de rotación. Además, la distancia entre los elementos del fijador y la articulación magnifica los efectos que pueden surgir de una mala colocación del axis. Por estos motivos, en algunas series se han llegado a describir cifras de inestabilidad recurrente de hasta el 30% tras su retirada<sup>(23)</sup>.

Sobre los métodos de fijación interna, en concreto la fijación transarticular, Ring *et al.* observaron que el éxito en el tratamiento de la rigidez que puede desarrollarse tras el periodo de inmovilización es superior al del tratamiento de las secuelas de dejar una articulación con inestabilidad crónica<sup>(21)</sup>.

De una forma similar, esta vez con el uso de placas, Edelman e Ilyas<sup>(28)</sup> llegaron a conclusiones parecidas, sin casos de inestabilidad recurrente, aunque cabe señalar que se trata de una muestra pequeña.

Finalmente, el IJS® se presenta como un dispositivo de fijación interna que el paciente tolera mejor, permite iniciar la rehabilitación de forma precoz y evita las com-

plicaciones por la colocación de los pines en comparación con los fijadores externos. Además, como reduce el brazo de palanca, hace más fácil reproducir el eje de flexoextensión ulnohumeral<sup>(22)</sup>.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que será necesario un segundo acto quirúrgico para retirarlo, aunque ocurre lo mismo con los fijadores externos y la fijación transarticular.

En cuanto a los resultados descritos, Stenson *et al.*<sup>(29)</sup> concluyen que el IJS® proporciona una estabilidad adicional comparable con la de un fijador externo cuando se aplican fuerzas en varo. Además, se trata de un dispositivo más cómodo para los pacientes, que no requiere mantenimiento por su parte.

En la revisión realizada por De Crescenzo *et al.*<sup>(22)</sup>, con una serie de 171 casos, se describe una tasa de inestabilidad tras su retirada de un 4,7%, que es comparable con la que se obtiene tras la fijación transarticular, pero mucho menor que la obtenida utilizando fijadores externos, que se reporta de un 7% en la revisión de Heifner *et al.*<sup>(30)</sup>.

Varios estudios postulan<sup>(23,31)</sup> que los casos de inestabilidad recurrente tras el uso del IJS® están en relación con el tipo de fractura de la apófisis coronoides. Si se trata de una fractura muy conminuta o de más de un 50% de la altura, el dispositivo podría no ser suficiente para mantener la articulación congruente si no existe una correcta osteosíntesis previamente.

Cuando se habla de las complicaciones de este dispositivo, hay que diferenciarlas de las inherentes al tipo de lesiones para las que se utiliza, como pueden ser la aparición de calcificaciones heterotópicas, neuropatía cubital, rigidez articular o infección del sitio quirúrgico. Este tipo de complicaciones parecen ir del 21 al 65,5% en las series publicadas<sup>(32,33)</sup>.

En relación con las complicaciones propias del dispositivo, parecen ser menos frecuentes. Se describen un 0-23% de fallos del implante y entre un 0 y un 47% de aparición de líneas radioluscentes, que podrían deberse a una mala reproducción del eje de rotación<sup>(25,32)</sup>.

Uno de los principales inconvenientes de este dispositivo es que precisa una segunda intervención para retirarlo. En su estudio, Orbay *et al.*<sup>(25)</sup> obtuvieron resultados satisfactorios retirando el dispositivo a los 3 meses; sin embargo, existen series publicadas en las que los pacientes han retenido el implante pasado este tiempo sin complicaciones<sup>(28)</sup>. Aun así, no se ha estudiado todavía el impacto de retener el implante indefinidamente.

Por último, para compensar las limitaciones de este dispositivo cuando existen lesiones conminutas o muy grandes de coronoides, Sheth *et al.*<sup>(33)</sup> plantean la posibilidad de colocar el IJS® en el lado medial. Con un seguimiento de 15 meses, obtuvieron resultados satisfactorios, con un rango de movilidad de entre 10 y 130° de flexoextensión y pronosupinación completa, sin presentar ninguna complicación vasculonerviosa. Aun así, son necesarios más estudios para confirmar estos resultados.

### Conclusiones

Las fracturas-luxaciones de codo son lesiones osteoligamentosas complejas que requieren un abordaje integral y protocolizado para su tratamiento. A pesar de los avances en la comprensión de la anatomía y la biomecánica del codo, estas lesiones presentan una alta tasa de complicaciones, entre ellas, la inestabilidad recurrente del codo. Para ello, es necesario conocer los implantes existentes, ya sean fijadores externos o internos, que aporten la estabilidad adicional necesaria mientras cicatrizan las lesiones reparadas y las partes blandas que se han lesionado.

En este contexto, la fijación interna con el IJS® puede ser una solución para el tratamiento de la inestabilidad recurrente, con mejores resultados según la bibliografía publicada y con una menor tasa de complicaciones, sobre todo en cuanto a las tasas de infección de los pines.

### Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Financiación.** Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

**Conflicto de interés.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Stoneback JW, Owens BD, Sykes J, Athwal GS, Pointer L, Wolf JM. Incidence of elbow dislocations in the United States population. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(3):240-5.
2. Josefsson P, Gentz C, Johnell O, Wenderberg B. Dislocations of the elbow and intraarticular fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;246:126-30.
3. Ring D, Jupiter J, Zilberfarb J. Posterior dislocation of the elbow with fractures of the radial head and coronoid. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:547-51.
4. Chan K, King G, Faber K. Treatment of complex elbow fracture-dislocations. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9:185-9.
5. Beingessner DM, Pollock WJ, King G. Elbow fractures and dislocations. En: Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta III P (eds.). *Rockwood & Green's Fractures in Adults.* 8<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015. pp. 1179-227.
6. Pugh DM, McKee MD. The "terrible triad" of the elbow. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2002;6(1):21-9.
7. Cecilia D, Suárez L, Porras MA, Díaz A, Jara F, Resines C. Tratamiento quirúrgico protocolizado de la "tríada terrible" de codo. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2010;54:357-62.
8. Álvarez Muñoz M, Pardo García JM, García Lamas L, Porras Moreno M, Jiménez Díaz V, Cecilia López D. Protocolised surgical treatment of terrible triad of elbow. Results and complications. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed).* 2019;63(4):281-8.
9. Chen HW, Bi Q. Surgical outcomes and complications in treatment of terrible triad of the elbow: Comparisons of 3 surgical approaches. *Med Sci Monit.* 2016;22:4354-62.
10. Cheung EV, Steinmann SP. Surgical approaches to the elbow. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009;17:325-33.
11. Ikeda M, Sugiyama K, Kang C, Takagaki T, Oka Y. Comminuted fractures of the radial head. Comparison of resection and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:76-84.
12. Ring D, Quintero J, Jupiter JB. Open reduction and internal fixation of the radial head. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A:1811-5.
13. Cook RE, McKee MD. Techniques to tame the terrible triad: unstable fracture dislocations of the elbow. *Oper Tech Orthop.* 2003;13:130-7.
14. O'Driscoll SW, Jupiter JB, Cohen MS, Ring D, McKee MD. Difficult elbow fractures: pearls and pitfalls. *Instr Course Lect.* 2003;52:113-34.
15. Grant E, Garrigues MD, Walter H, Wray MD 3<sup>rd</sup>, Anneluuk LC, Lindenhovius MS, et al. Fixation of the coronoid process in elbow fracture-dislocations. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:1873-81.
16. Hatta T, Nobuta S, Aizawa T, Sasajima K, Nakajima S, Honda M, et al. Comparative Analysis of Surgical Options for Medial Collateral Ligament Repair in Terrible Triad Injury of the Elbow. *Orthop Rev (Pavia).* 2016;8(3):6666.
17. Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(6):872-7.
18. Tan V, Daluiski A, Capo J, Hotchkiss R. Hinged elbow external fixators: indications and uses. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(8):503-14.
19. Jupiter JB, Ring D. Treatment of unreduced elbow dislocations with hinged external fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(9):1630-5.
20. Madey SM, Bottlang M, Steyers CM, Marsh JL, Brown TD. Hinged external fixation of the elbow: optimal axis alignment to minimize motion resistance. *J Orthop Trauma.* 2000;14(1):41-7.
21. Ring D, Bruinsma WE, Jupiter JB. Complications of hinged external fixation compared with cross-pinning of the elbow for acute and subacute instability. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:2044-8.
22. De Crescenzo A, Garofalo R, Pederzini LA, Celli A. The internal joint stabilizer for elbow instability: current concepts. *J ISAKOS.* 2024;9(3):482-9.
23. Orbay JL, Ring D, Kachooei AR, Santiago-Figueroa J, Bolano L, Pirela-Cruz M, et al. Multicenter trial of an internal joint stabilizer for the elbow. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26:125-32.
24. Orbay JL, Mijares MR. The management of elbow instability using an internal joint stabilizer: preliminary results. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:2049-60.

25. Sochol KM, Andelman SM, Koehler SM, Hausman MR. Treatment of traumatic elbow instability with an internal joint stabilizer. *J Hand Surg Am.* 2019;44:161 e1-e161 e7.
26. AlQahtani S, Aibinder WR, Parry JA, Seltser A, Athwal GS, King GJW, et al. Static and dynamic external fixation are equally effective for unstable elbow fracture- dislocations. *J Orthop Trauma.* 2021;35:e82-8.
27. Cheung EV, O'Driscoll SW, Morrey BF. Complications of hinged external fixators of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:447-53.
28. Edelman D, Ilyas AM. Temporary bridge plate stabilization of unstable elbow fractures and dislocations. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2018;22:46-50.
29. Stenson JF, Lynch JC, Cheesman QT, DeBernardis Jr D, Kachooei A, Austin LS, et al. Biomechanical comparison of elbow stability constructs. *J Shoulder Elbow Surg.* 2022;31:1938-46.
30. Heifner JJ, Davis TA, Rowland RJ, Gómez O, Gray RRL. Comparing internal and external stabilization for traumatic elbow instability: a systematic review. *JSES Rev Rep Tech.* 2024;4(2):196-203.
31. Sheth M, Price MB, Taylor T, Mitchell S. Outcomes of elbow fracture- dislocations treated with and without an Internal Joint Stabilizer of the Elbow (IJS-E): a retrospective cohort study. *Shoulder Elbow.* 2023;15:328-36.
32. London DA, Umpierrez E, Notorgiacomo G, Ross PR, Wigton M, Wyrick JD, et al. Short-term patient outcomes after placement of an internal joint stabilizer for terrible triad injuries: a multicenter study. *J Hand Surg Am.* 2023:S0363-5023(23)00179-X
33. Sheth MM, Price MB, Mitchell S. Novel use of a medially applied internal joint stabilizer for recurrent elbow instability after a terrible triad. *JBJS Case Connect.* 2021;11.