



## I CASO CLÍNICO

### Osteotomía correctora tras lesiones de la fisis del radio distal en niños: técnica quirúrgica y resultados

Corrective osteotomy following damage of the distal radial physis in children: surgical technique and results

Kaempff de Oliveira R<sup>1</sup>, Delgado Serrano P J<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto da Mão, Complexo Hospitalar Santa Casa y Hospital Mãe de Deus. Porto Alegre, RS, Brasil. <sup>2</sup> Unidad de Cirugía de la Mano y Miembro Superior. Hospital FREMAP. Centro de Prevención y Rehabilitación. Majadahonda (Madrid)

#### Resumen

Se presentan dos casos de cierre de la fisis distal del radio en niños que desarrollaron una deformidad grave de la muñeca (acortamiento del radio >2,5 cm). Fueron tratados quirúrgicamente en un solo tiempo mediante osteotomía correctora por vía de abordaje volar, fijación con placa volar de ángulo fijo y aporte de injerto óseo de cresta iliaca. Tras un seguimiento medio de 18 meses, ambos pacientes se encuentran asintomáticos y sin deformidad aparente.

Son pocas las descripciones del uso de esta técnica en el tratamiento de las deformidades por epifisiodesis precoz. El uso de sistemas de fijación para el radio con placas de bloqueo de ángulo fijo permite alargar el radio a demanda tras la osteotomía, utilizando el conjunto formado por la placa y clavos de bloqueo distal como espaciador, y así colocar el injerto de cresta iliaca tricortical tallado a demanda del defecto. La liberación de partes blandas, como el periostio dorsal y el tendón del músculo braquiorradial, permite un alargamiento óseo adecuado, en un sólo tiempo quirúrgico.

#### Palabras clave:

Epifisiodesis, radio distal, osteotomía.

#### Abstract

Two cases of distal radial physis closure in children developing severe wrist deformity (radial shortening > 2.5 cm) are presented. Single-step surgery was carried out in the form of a corrective osteotomy adopting the volar approach, with fixed-angle volar plate fixation and bone grafting from the iliac crest. After an average 18 months of follow-up, both patients are asymptomatic and show no apparent deformity.

There have been few descriptions of the use of this technique in the management of deformities related to early epiphysiodesis.

The use of fixation systems for the radius, using fixed-angle locking plates, allows radius lengthening adjusted to demand following osteotomy, employing the combination of the plate and distal locking pins as spacer – with custom-sized tricortical iliac crest grafting within the defect. The freeing of soft parts such as the dorsal periosteum and brachioradialis muscle tendon allows adequate bone lengthening in a single surgical step.

#### Key words:

Epiphysiodesis, distal radius, osteotomy.

#### Correspondencia

R. Kaempff de Oliveira  
Instituto da Mão. Porto Alegre, RS. Brasil  
Rua Leopoldo Bier, 825 / 301  
ricardokaempff@terra.com.br

## Introducción

Las deformidades de la muñeca por cierre epifisario precoz (epifisiodesis) del radio distal se puede producir como secuela de traumatismos, tras infecciones, de forma congénita (enfermedad de Madelung) y patologías de origen metabólico. Con respecto a las causas traumáticas, entre el 1-7% de las epifisiolisis presentan deformidades por epifisiodesis, consecuencia del traumatismo o del tratamiento de éstas por múltiples perforaciones con agujas de Kirschner. También está descrito la existencia de dolor de muñeca en gimnastas adolescentes con cúbito plus secundario a un cierre precoz de la fisis del radio distal, probablemente como consecuencia de traumatismos sobre el talón de la mano de forma repetida [1].

El diagnóstico clínico y radiológico suele realizarse tras un mínimo de 6 meses tras la lesión inicial. Sin embargo, con la RM pueden apreciarse alteraciones de forma más temprana. El riesgo de alteraciones del crecimiento aumenta en los casos con grave deformidad inicial, lesiones abiertas y manipulaciones repetidas o tardías, aunque también han sido descritas lesiones fisarias graves tras fracturas no desplazadas [2].

El tratamiento depende del compromiso de la fisis, el potencial de crecimiento del niño y la deformidad. El cierre casi completo de la fisis origina acortamiento y angulación del radio distal, que puede comprometer la función articular y originar dolor e inestabilidad. Para corregir la deformidad está indicado el tratamiento quirúrgico con diversas técnicas, como la osteotomía de alargamiento óseo, en uno o dos tiempos, el fijador externo y el acortamiento del cúbito, con o sin epifisiodesis, pudiendo utilizar estas técnicas de forma aislada o combinadas entre sí.

Los autores proponen una técnica quirúrgica no descrita en la literatura para el tratamiento de las deformidades por cierre de la fisis distal del radio mediante el alargamiento del radio en un solo tiempo con una osteotomía de adición por abordaje volar y fijar con una placa volar de ángulo fijo añadiendo injerto óseo procedente de cresta iliaca.

## Técnica quirúrgica

Se realizó una osteotomía correctora de adición con injerto procedente de cresta iliaca contralateral mediante de un abordaje volar o ampliado a m. flexor carpi radialis (FCR) (3). Se practicó una incisión de unos 10 cm, entre la metafisis distal del radio y la tuberosidad del escafoides. Se accedió al espacio de Parona a través de la apertura de la fascia profunda del FCR. De esa forma se protegen las estructuras importantes que se ubican en este lugar, desplazando la arteria radial hacia radial y el nervio mediano hacia cubital.

Después, se elevó un colgajo en forma de «L», con el m. pronator quadratus (PQ) y el periostio volar del radio (Figura 1). Como el periostio de los niños es ancho, el colgajo elevado se puede reinsertar tras el procedimiento sin dificultad, cubriendo así el material de osteosíntesis. Es muy importante no dañar los ligamentos radio-carpianos volares que se originan en el labio volar del radio, que son fuertes estabilizadores de la articulación. Acto seguido, se liberó el tendón del músculo braquiorradial en forma de «Z» y el tabique radial que libera el primer compartimento extensor, según la técnica descrita por Orbay et al [4].

La osteotomía se realizó proximal a la fisis distal del radio de manera que el sistema de fijación óseo no bloquee la zona de crecimiento. Después de realizada la osteotomía se pronó el fragmento proximal accediendo a la porción dorsal de la muñeca. Es muy importante reseca un rectángulo de periostio dorsal y de la porción profunda del lo compartimento extensor (Figura 2). Sin esta acción resulta imposible el alargamiento del radio en el caso de deformidades graves.

Una vez liberados todos los tejidos de la cara volar, radial y dorsal del radio distal, permitió la rotación del fragmento proximal. Hay que cuidar no dañar los tejidos del borde cubital, para no interferir con la vascularización radial procedente de los vasos interóseos.

En la siguiente tiempo, el alargamiento óseo del radio se puede realizar de dos maneras:

- Utilización de un espaciador mecánico en lámina, similar al los utilizados en cirugía vertebral o en osteotomías

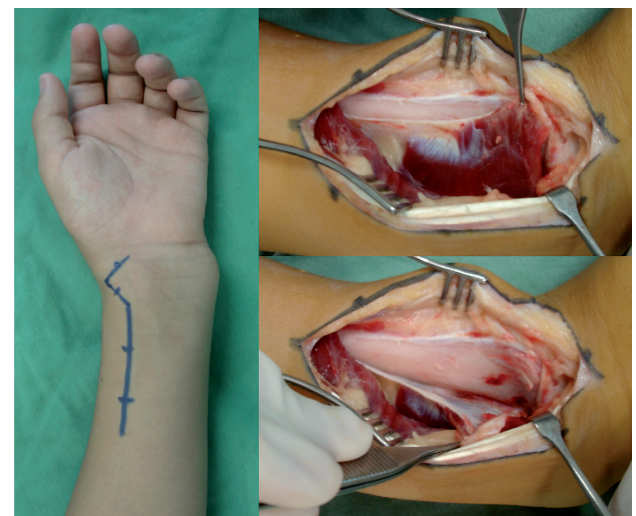
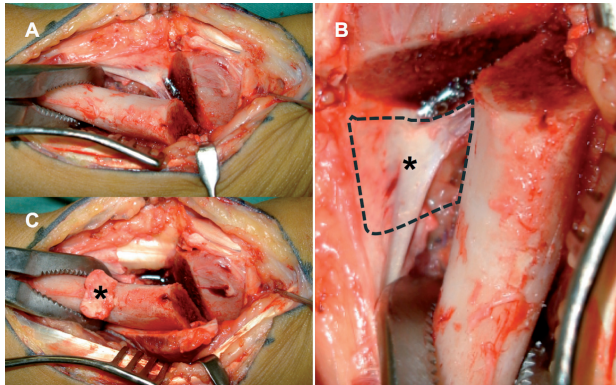
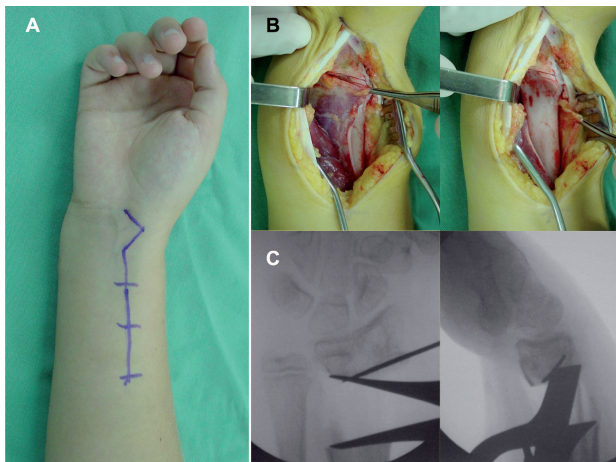


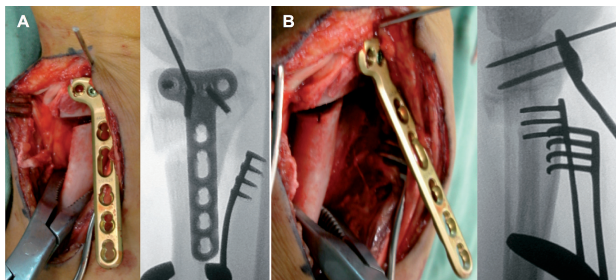
Fig. 1. Abordaje volar ampliado extendido a m. flexor carpi radialis. Apertura en ventana del m. pronator quadratus.



**Fig. 2.** Abordaje m. flexor carpi radialis extendido con liberación en «Z» del tendón del m. braquioradialis. La osteotomía en la metafisis distal del radio y la pronación del fragmento proximal permite el acceso al periostio dorsal (A). Resección de un rectángulo de periostio dorsal que facilita el alargamiento del radio (B). Sin esta maniobra (se marca con un asterisco la zona reseçada) se hace imposible la realización de la técnica presentada (C).



**Fig. 3.** Abordaje volar para el radio distal tipo m. flexor carpi radialis extendida (A). Se observa la elevación en «L» del m. pronator quadratus y el espesor del periostio volar del radio (B). Tras realizar la osteotomía, se utiliza un distractor para la corrección de la longitud del radio (C).

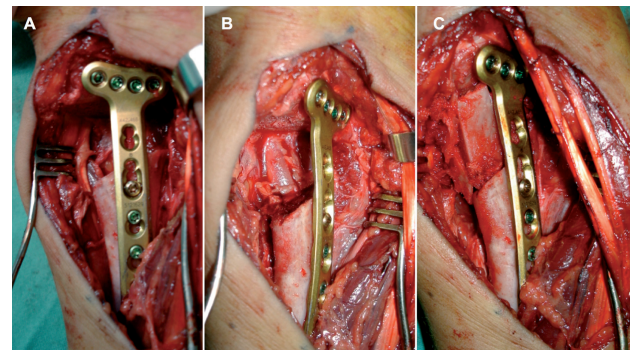


**Fig. 4.** Imagen y radiografía intraoperatoria que muestran la técnica de osteotomía por vía volar. Se fija primero la placa de ángulo fijo en la porción distal del radio (A). La inclinación de la placa será el mismo ángulo corregido en los planos sagital y frontal (B).

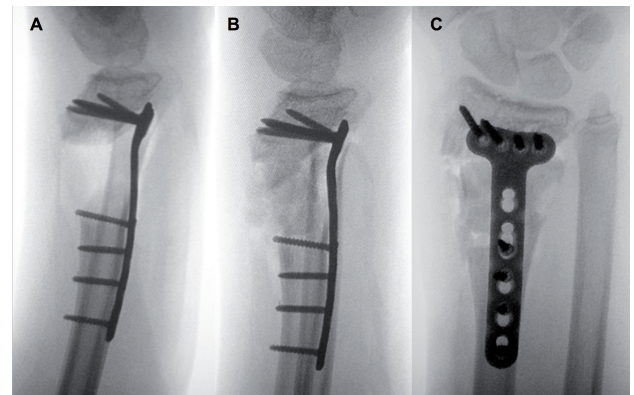
de tibia de apertura, colocado en la porción radial y posterior del radio, permitiendo el posicionamiento de la placa (Figura 3).

- Mediante la fijación del extremo distal del radio con un implante bloqueado de ángulo fijo, osteotomía de la metafisis distal del radio y alargamiento del radio utilizando la placa a modo de palanca, corrigiendo la deformidad y, una vez conseguida, fijando ésta en la diáfisis radial (Figura 4).

A través del mismo abordaje se introdujo el injerto de hueso córtico-esponjoso que rellenaba el defecto óseo creado (Figura 5). Con cualquiera de las dos posibilidades técnicas propuestas se puede utilizar injerto tricortical para aumentar la estabilidad del montaje (Figura 6).



**Fig. 5.** Aspecto final tras la fijación de la osteotomía con la placa volar de ángulo fijo: se aprecia el alargamiento del radio en 26 mm y cómo se mantiene la posición a través del material de osteosíntesis (A). Corrección de la angulación dorsal y cubital del radio distal (B). Colocación del injerto óseo tricortical de cresta para el relleno del defecto creado por la osteotomía (C).

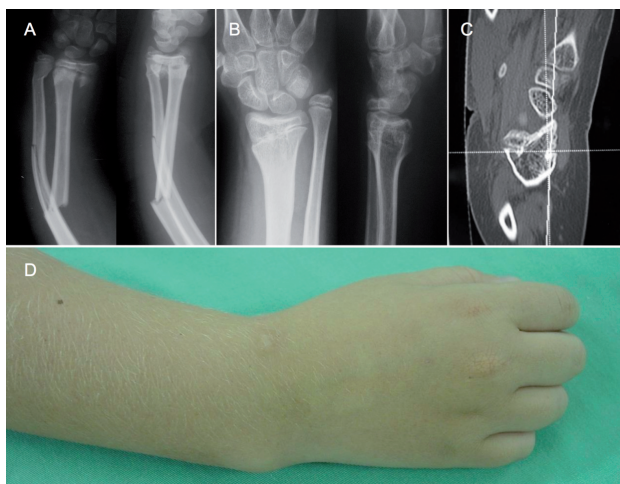


**Fig. 6.** Radiografía intraoperatoria que muestra el correcto posicionamiento del radio distal y mantenimiento mediante la placa volar de ángulo fijo (A). Estudio radiográfico a los 3 meses de evolución demostrando la consolidación completa (B y C).

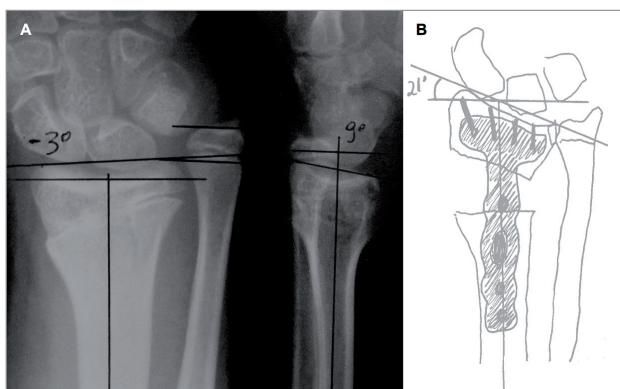
## Casos clínicos

### Caso 1

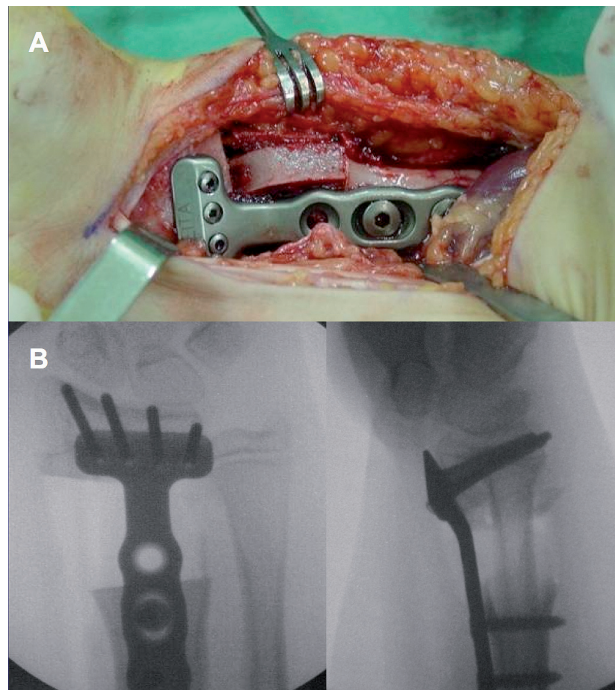
Niña de 10 años con fractura diafisaria de ambos huesos del antebrazo y epifisiolisis de la extremidad distal del radio tras una caída. Se trató de forma ortopédica y la físis del radio distal se cerró precozmente. A los cuatro años de evolución de la lesión, la paciente presentaba una grave deformidad de la muñeca con un acortamiento del radio distal de 28 mm. Se solicitó un estudio TAC que evidenció una lesión por cierre del 70% de la físis distal del radio (Figuras 7 y 8). La



**Fig. 7.** Caso 1: fractura desplazada de ambos huesos del antebrazo derecho más epifisiolisis distal del radio en una niña de 10 años (A). Después de 3 años de evolución se observa un grave acortamiento del radio tras una epifisiodesis precoz (B y D). En el estudio TAC se confirma el grave compromiso de la físis (C).



**Fig. 8.** Radiografías con las mediciones de los ángulos del radio distal (A). Se observa un grave acortamiento del radio (28 mm) y la pérdida de la angulación cubital del radio. Planificación preoperatoria y aspecto deseado tras la osteotomía (B).



**Fig. 9.** Visión intraoperatoria tras la fijación con placa volar de ángulo fijo para el radio distal y colocación de injerto óseo tricortical de cresta iliaca (A). Radiografías intraoperatorias con la correcta angulación y longitud del radio distal y mantenimiento de la posición con el sistema de osteosíntesis (B).

paciente y los tutores legales no aceptaban la posibilidad de corrección mediante fijación externa por causas estéticas y se decidió, tras consentimiento informado del paciente y tutores legales, realizar una osteotomía por vía de abordaje volar con utilización de placa volar de ángulo fijo (Figura 9). En este caso se utilizó un distractor en lámina como ayuda para realizar el alargamiento óseo (Figura 3). No se utilizaron sustitutos óseos ni fue realizado ningún gesto quirúrgico en la epífisis distal del cúbito. Se realizó profilaxis antibiótica mediante cefazolina 2 g IV, cada 8 horas, cada 24 horas, según protocolo de la comisión de infecciones del centro.

En el postoperatorio inmediato se mantuvo el miembro en elevación por 24-48 horas, tras el cual se dio alta hospitalaria, para seguimiento por consultas. La muñeca fue inmovilizada con una férula volar por 3 semanas, seguido de tratamiento fisioterapéutico por 6 semanas.

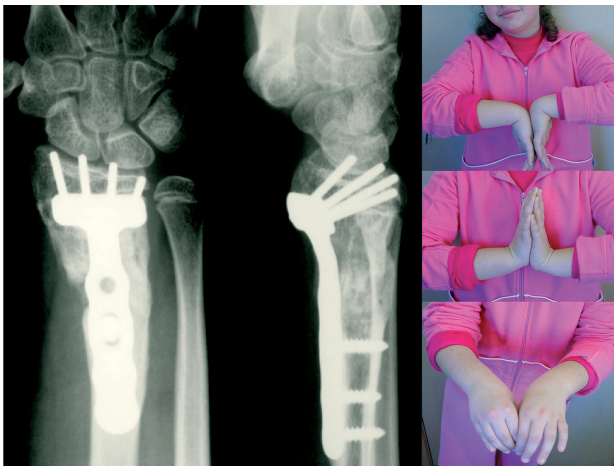
A los 40 días de la intervención se observó la consolidación completa de la osteotomía con total incorporación del injerto, con un rango de movilidad completo y sin dolor.

A los 2 años de seguimiento prospectivo, la paciente tiene 16 años de edad y se encuentra asintomática y sin dificultad

para la práctica deportiva y de actividades de la vida diaria. No presenta recidiva de la deformidad y la fisis distal del cúbito esta cerrada. No ha sido preciso retirada del implante ni nuevas intervenciones quirúrgicas (Figura 10).

### Caso 2

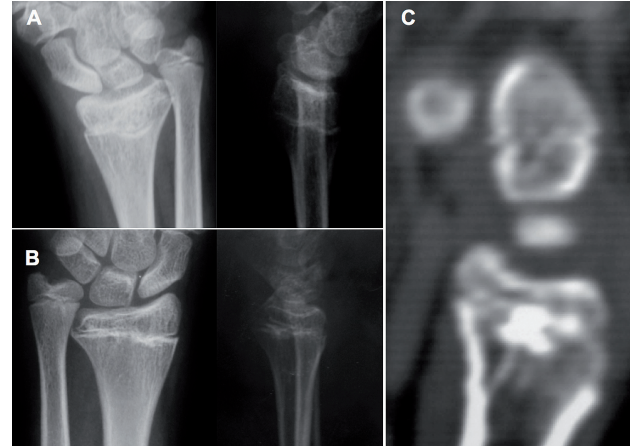
Un niño de 13 años de edad presenta deformidad en sendos miembros superiores e inferiores. Fue diagnosticado de cierre bilateral fisario precoz de ambos radios distales y de ambas tibias proximales por probable secuela post-infecciosa sistémica. A pesar de la deformidad, la muñeca izquierda estaba asintomática y no precisaba tratamiento (Figura 11). Sin embargo, la muñeca derecha presenta un acortamiento del radio de 26 mm respecto al cúbito con angulación dorsal



**Fig. 10.** Aspecto clínico, radiológico, estético y funcional a los 24 meses, demostrando la completa recuperación de la morbilidad y la corrección de la deformidad.



**Fig. 11.** Caso 2: grave deformidad bilateral en las muñecas de un niño de 13 años tras el cierre precoz de las fisis de los radios distales. A pesar del buen rango de movilidad el paciente presentaba dolor e incapacidad funcional de la muñeca izquierda.



**Fig. 12.** Estudio radiológico de ambas muñecas: en la muñeca izquierda (A) se aprecia grave acortamiento y angulación dorsal del radio distal tras cierre precoz de la fisis. En la muñeca derecha (B) se aprecian los mismos hallazgos, pero menos graves que en lado contralateral. Estudio TAC del radio distal izquierdo donde se comprueba la grave epifisiodesis (C).

del extremo distal del radio de 29°, que asociaba dolor para actividades de la vida diaria (Figura 12).

Tras realizar la planificación preoperatoria y consentimiento informado, se realizó una osteotomía por un abordaje volar con utilización de placa volar de ángulo fijo. A diferencia del primer caso, se fijó primero la placa en el extremo distal y se realizó después la osteotomía. Manipulando el extremo distal fijo a la placa se utilizó para alargar el radio y realizar la corrección, atornillando, en un segundo tiempo, la placa en la región proximal, dejando el sistema de osteosíntesis a modo de puente. Acto seguido se talló un injerto de cresta iliaca tricortical a medida del defecto encontrado, con aporte de injerto, en forma de chips, de esponjosa impactada (Figuras 4, 5 y 6). El cúbito no fue intervenido, pero se sobrecorrigió el radio 5 mm sobre el cúbito de forma preventiva. Se mantuvo el miembro intervenido al alto por 48 horas con el mismo protocolo de profilaxis antibiótica que en el caso anterior. Igualmente, se inmovilizó con una férula volar por 3 semanas y tratamiento rehabilitador posterior.

La evolución fue excelente y no se observaron complicaciones. No se objetivaron signos ó síntomas neurovasculares relacionados con el alargamiento del radio. Se obtuvo la consolidación completa radiográfica a los 45 días. A los 2 años de la cirugía, el paciente tiene 15 años y se encuentra sintomático. En el estudio radiográfico presenta un cierre completo de la fisis del radio mientras que la cubital sigue abierta. A pesar del desnivel provocado intencionalmente durante la cirugía, presenta un índice radiocubital distal de

+4 mm, debido al crecimiento del cúbito distal (Figura 13). En el momento actual, se desestima la necesidad de una nueva intervención y se encuentra en seguimiento clínico.

### Discusión

Los cierres fisarios pueden ser divididos en parciales y totales. El mejor método para definir el grado de compromiso de la fisis es través del TAC, una vez que las radiografías, muchas veces por la superposición de imágenes, pueden aparentar ser lesiones mas graves. Las lesiones con menos del 40% de cierre del área de la fisis, con más de 2 años de potencial crecimiento y con desviación articular menor de 20° pueden ser tratadas mediante resección de la barra ósea e interposición de tejido graso [5][6].

Clásicamente las deformidades graves por cierre de la fisis distal del radio son tratadas de forma quirúrgica, sin corregir la anatomía ósea normal, corrigiendo el radio, el cúbito o ambos (Figura 14). En el radio, se han descrito osteotomías

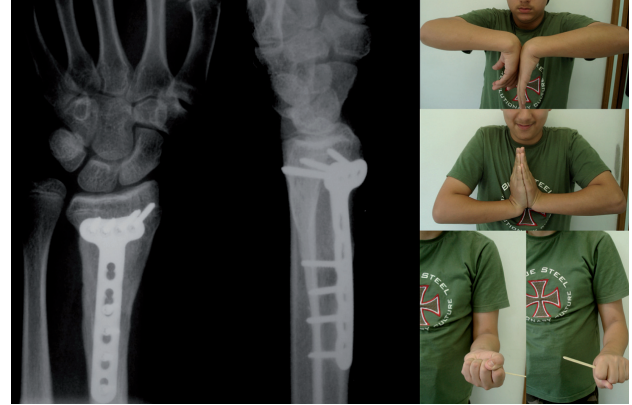


Fig. 13. Aspecto clínico, radiológico, estético y funcional a los 2 años del procedimiento quirúrgico. El paciente permanece con deformidad de la muñeca derecha y cúbito plus radiológico en la muñeca izquierda. Sin embargo, al encontrarse asintomático y realizando actividades deportivas sin problemas, se optó por realizar sólo seguimiento clínico.

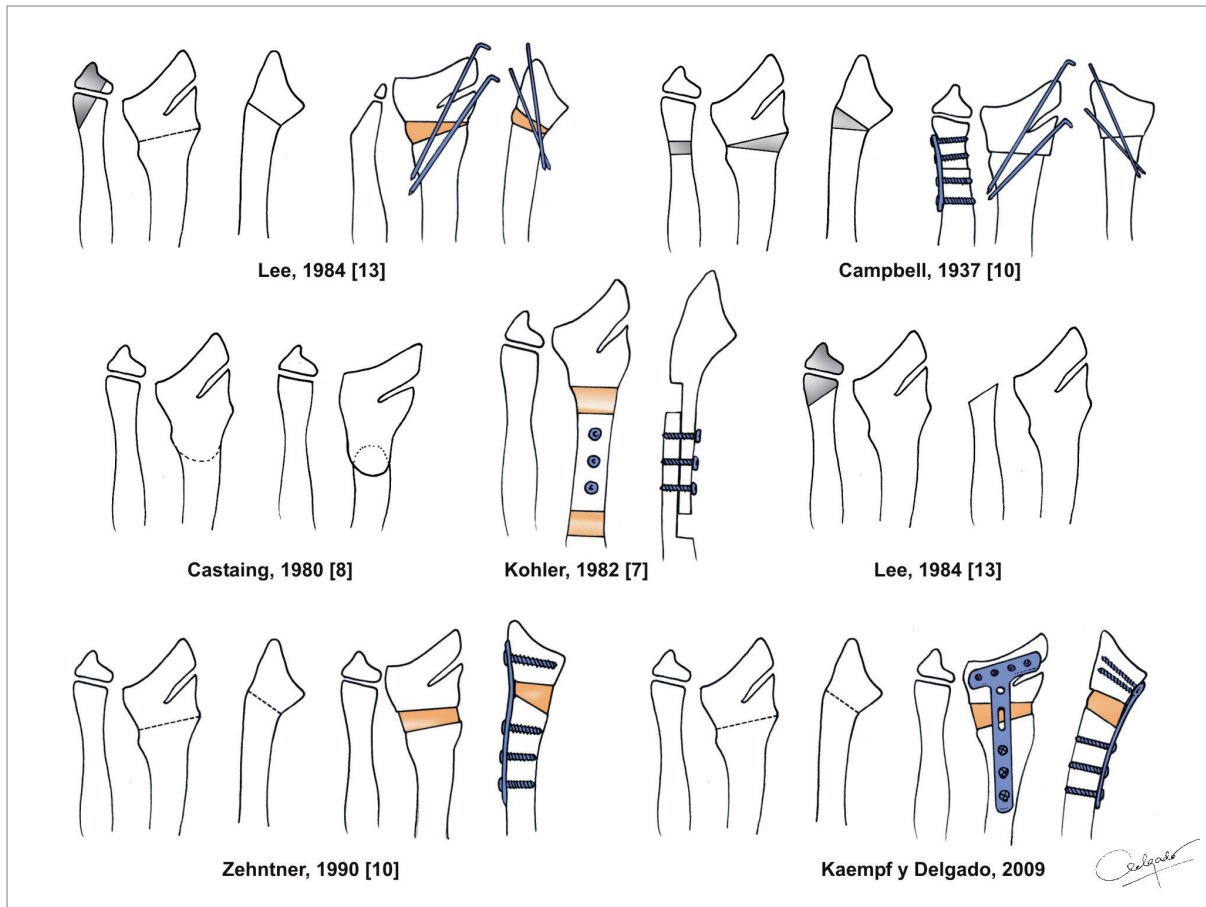


Fig. 14. Esquema de las técnicas publicadas para corregir la deformidad de muñeca tras epifiodesis precoz del radio distal.



desrotatorias oblicuas, de alargamiento en forma de Z-plastias [7] o de adición con la utilización de injerto procedente de cresta iliaca [8]. Estas técnicas fueron descritas originalmente para tratar deformidades del adulto y se estabilizaban mediante la utilización de agujas de Kirschner o tornillos interfragmentarios. La corrección de la deformidad puede ser realizada mediante la utilización de un fijador externo circular tipo Illizarov [9]. Esta técnica fue propuesta como tratamiento en el caso 1 previamente en otro centro, pero fue desestimada por los padres de la niña por tratarse de una menor con alteraciones emocionales previas ocasionadas por la deformidad que se agravarían con la utilización de un sistema de fijación externa tan aparatoso, por lo que optamos por ofrecer un sistema de fijación interna.

Zehntner et al. [10] describió el tratamiento de las secuelas por cierre parcial de la fisis del radio distal (deformidad de pseudo-Madelung) mediante la realización de osteotomías de adición con injerto de cresta iliaca y fijación mediante placa dorsal en un niño de 8 años. También se ha descrito una técnica para la realización de correcciones de la deformidad dorsal del radio por secuela de consolidación viciosa del radio distal en adultos mediante una osteotomía realizada por vía de abordaje [4][11][12]. A partir de los buenos resultados publicados en adultos, los autores decidieron usar esta técnica en niños y corregir las deformidades graves del radio distal en un solo tiempo quirúrgico a partir del abordaje volar convencional o ampliado a flexor *carpi radialis*.

El uso de sistemas de fijación del radio mediante placas de bloqueo de ángulo fijo permite que la corrección no dependa del tamaño y angulación del injerto tricortical tallado, una vez que el mantenimiento de la longitud no se realiza a través del injerto y si por el sistema de placas y tornillos de bloqueo. De esta forma, pequeñas modificaciones del alargamiento y la angulación ósea pueden ser realizadas durante la intervención. La utilización de estos sistemas de fijación donde los tornillos distales se fijan a la placa, reducen el riesgo de desplazamiento óseo en el postoperatorio y precisan un tiempo menor de inmovilización, especialmente indicado en niños que tienen como característica una pronta cicatrización. Con los sistemas convencionales de fijación tipo consola, es imposible realizar la técnica presentada.

Algunos autores opinan que este tipo de técnicas permiten elongar el radio entre 14 y 20 mm [7][10]. Sin embargo, con la técnica presentada, los autores han ganado hasta 30 mm, realizándose ésta a demanda en función del defecto encontrado, sin originar conflictos neurovasculares asociados.

Con respecto al cúbito, las opciones de tratamiento para evitar el sobrecrecimiento de éste con respecto al radio son diversas, osteotomías de acortamiento del cúbito, resección

del extremo distal del cúbito de forma parcial o total (Darrach) o epifisiodesis con injerto autólogo [10]. En el caso del acortamiento del cúbito [13], es necesario asociar una osteotomía de cierre del radio, lo que condiciona un acortamiento del antebrazo, que origina una discrepancia de longitud entre ambos miembros superiores, potencial pérdida de fuerza muscular por el acortamiento y las posibles complicaciones derivadas de un segundo sistema de fijación para el cúbito, por lo que no es una técnica de elección en nuestra opinión.

Mediante la técnica que presentamos se pueden corregir las deformidades graves del radio distal en un solo tiempo quirúrgico, sin procedimiento asociado en el cúbito, alargando el radio más de lo necesario y obteniendo un índice radiocubital negativo lo suficientemente amplio, entre 5 a 10 mm, de tal forma que no interfiera en el arco de rotación y permita el desarrollo posterior normal del cúbito. No obstante, el paciente del caso 2 tenía 13 años de edad en el momento de la intervención. Si bien el resultado ha sido satisfactorio, a los 2 años de la cirugía, el estudio radiográfico presenta una elongación del cúbito respecto al radio. Quizá, en estos casos, por tratarse de un varón donde el potencial de crecimiento es hasta los 21 años, debería contemplarse la posibilidad de una epifisiodesis asociada del cúbito distal en el mismo acto quirúrgico.

El injerto de elección es el procedente de cresta iliaca. En nuestra experiencia no encontramos ventajas con la utilización de sustitutivos óseos y, en contra de lo publicado por Arrington [14], no se ha incrementado la morbilidad asociada a la toma de injerto y la incisión en la cresta iliaca.

No obstante, la decisión de la mejor técnica quirúrgica debe hacerse en función de cada paciente. Waters et al [15] describieron los resultados obtenidos en el tratamiento de 32 niños, de 15 años de edad media (rango, 12 – 20 años), con deformidad tras el cierre precoz de la fisis distal del radio. Se realizaron 13 combinaciones de técnicas distintas, entre cirugías del radio (osteotomía de adición, sustracción y epifisiodesis), del cúbito (epifisiodesis, osteotomía de acortamiento y resección de estiloides) y radiocubital distal (reparación del complejo fibrocartilago triangular). Tras un seguimiento de 21 meses, la escala modificada de muñeca de la Clínica Mayo pasó de 86 puntos en el preoperatorio a 98 puntos tras la cirugía, con una mejoría clínica estadísticamente significativa en los 24 casos que presentaban muñecas sintomáticas antes de la intervención.

Hove y Engesaeter [16] obtuvieron excelentes resultados en 6 pacientes tratados con osteotomías correctoras, presentando mejoría completa del dolor tras la intervención, con un rango activo de movilidad del 96% respecto al lado contralateral.



Como conclusión, podemos afirmar que el tratamiento de las deformidades del radio distal tras una epifisiodesis precoz en niños, mediante osteotomías de alargamiento con abordaje volar y fijación con placa de bloqueo, presentan resultados satisfactorios en pacientes con deformidad grave, como los pacientes presentados. No obstante, la evolución a largo plazo sigue siendo una incógnita, por lo que precisamos estudios más largos con una mayor muestra para confirmar estos resultados. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tolat AR, Sanderson PL, De Smet L, Stanley JK. The gymnast's wrist: acquired positive ulnar variance following chronic epiphyseal injury. *J Hand Surg* 1992; 17-A:678-81.
2. Abram LJ, Thompson GH. Deformity alter premature closure of the distal radial physis following a torus fracture with a physeal compression injury. *J Bone Joint Surg (Am)* 1987; 69-A:1450-3.
3. Orbay JL, Badia A, Indriago IR, Infante A, Khouri K, Gonzalez E, et al. The extended flexor carpi radialis approach: a new perspective for the distal radius fracture. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2001; 5:204-11.
4. Orbay J, Badia A, Khoury R, Gonzales E, Indriago I. Volar fixed-angle fixation of distal radius fracture: The DVR plate. *Tech Hand Upper Extr Surg* 2004; 8:142-8.
5. Peterson HA. Partial growth plate arrest and its treatment. *J Pediatr Orthop* 1994; 14:439-48.
6. Langenskiold A, Videman T, Nevalainen T. The fate of fat transplants in operations for partial closure of the growth plate. *J Bone Joint Surg (Br)* 1986; 68-B:234-8.
7. Kohler R, Walch G, Noyer D, Chappius JP. Main bote post-traumatique. *Rev Chir Orthop* 1982; 68:333-42.
8. Castaing J, Doliveux P, Barthélemy JP. Traitement des cals vicieux de l'extrémité inférieure du radius par ostéotomie d'addition. *Ann Orthop Ouest* 1980; 12:89-95.
9. Vinchon B, Cordonnier D, Théry D, Polvèche G, De Buttet M. Ilizarov method used for the sequela of growth cartilage lesions. *Acta Orthop Belg* 1993; 59:168-74.
10. Zehntner MK, Jakob RP, McGanity PL. Growth disturbance of the distal radial epiphysis after trauma: operative treatment by corrective radial osteotomy. *J Pediatr Orthop* 1990; 10:411-5.
11. Jupiter J, Fernandez D. Complications following distal radial fractures *J Bone Joint Surg* 2001; 83A:1244-65.
12. Prommersberger K-J, Lanz UB. Corrective osteotomy of the distal radius through volar approach. *Tech Hand Upper Extr Surg* 2004; 8:70-7.
13. Lee BS, Esterhai JL, Das M. Fracture of the distal radial epiphysis. Characteristics and surgical treatment of premature, post-traumatic epiphyseal closure. *Clin Orthop Rel Res* 1984; 185:90-6.
14. Arrington ED, Smith WJ, Chambers H, Bucknell AL, Davino NA. Complications of iliac crest bone graft harvesting. *Clin Orthop Rel Res* 1996; 329:330-9.
15. Waters PM, Bae DS, Montgomery KD. Surgical management of posttraumatic distal radial growth arrest in adolescents. *J Pediatric Orthop* 2002; 22:717-24.
16. Hove LM, Engesaeter LB. Corrective osteotomies after injuries of the distal radial physis in children. *J Hand Surg* 1997; 22-B:699-704.

### Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.