



TÍTULO

**FRACTURAS DE LA BASE DEL PULGAR.
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y SERIE DE CASOS**

AUTORA

María del Carmen Gascón López

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2018

Tutor	Adolfo Galán Novella
Curso	<i>Máster Universitario en Patología de la Mano (2016/17)</i>
ISBN	978-84-7993-648-8
©	María del Carmen Gascón López
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2017



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

**FRACTURAS DE LA BASE DEL
PULGAR.
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y SERIE
DE CASOS.**

Autora: Gascón López, MC
Tutor: Galán Novella, A.

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

II MÁSTER UNIVERSITARIO EN PATOLOGÍA DE LA MANO (2016/17)

INTRODUCCIÓN

La capacidad prensil y de oposición del pulgar, que permite realizar trabajos finos y habilidades de precisión con las manos, probablemente es una de las ventajas evolutivas que ha permitido el desarrollo de la raza humana frente a otras especies. Las fracturas de la base del pulgar, que suponen el 80% de las fracturas a nivel del primer radio, pueden provocar importantes secuelas y limitaciones.

ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

La articulación trapeciometacarpiana (TPMTC) otorga al pulgar la capacidad de oposición y circunvolución gracias a su conformación biconcavo-convexa (en silla de montar) y al aumento de diámetro de la base del primer metacarpiano sobre el trapecio. Este aumento de movilidad lleva consigo asociado una importante inestabilidad que ha de ser compensada por las estructuras y ligamentos que rodean la articulación. Que, además, han de soportar fuerzas importantes, dado que la fuerza transmitida de un objeto a nivel de la pinza se multiplica por 12 en la articulación TPMTC.

- Estabilizadores intrínsecos.
 1. Complejo ligamentario dorsal (DCL)

Contrariamente a la corriente clásica, los últimos estudios biomecánicos parecen atribuir la mayor parte de la capacidad de estabilización al complejo ligamentario dorsal (DCL) que ejerce fundamentalmente su acción (máxima tensión) en la fase final de la oposición (screw home torque rotation), para proporcionar la máxima estabilidad en el movimiento de pinza y agarre. Por el contrario este ligamento permanece laxo con el pulgar en posición de reposo y en la posición de máxima abducción (autoestopista o hitchhiker) (1,2)

Si el DCL se corta o se rompe (puede ocurrir en una luxación o en una fractura de la base del pulgar) se produce una importante inestabilidad en los estudios realizados en cadáver. (3,4)

2. Complejo ligamentario volar (VL)

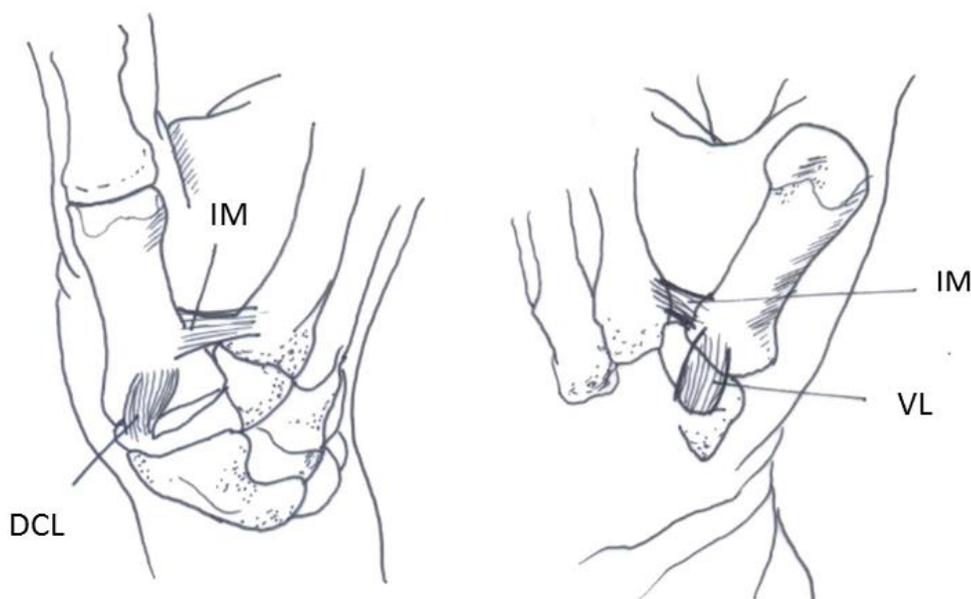
Este grupo de ligamentos ha sido llamado de diversas formas (palmar beak, anterior oblique ligament, volar ligament, ulnar ligament). Como hemos dicho anteriormente muchos autores han considerado este ligamento como el máximo estabilizador de la articulación, pero recientemente se ha demostrado que permanece en actitud laxa durante la función de pinza y agarre y no previene la subluxación en esta posición, que es la que habitualmente soporta más fuerza al utilizar el pulgar.

Por otro lado, este complejo volar permanece en máxima tensión durante la abducción y sería en esta posición donde ejercería su máxima función estabilizadora.

3. Ligamento intermetacarpiano (IM)

Otro de los estabilizadores más importantes es el ligamento intermetacarpiano (entre el primer y el segundo MTC) que permanece en tensión con los movimientos de abducción, oposición y supinación. Sería capaz de mantener el pulgar alineado incluso si cortáramos los dos estabilizadores descritos anteriormente. Además en muchas de las técnicas quirúrgicas para la rizartrrosis donde se asocian la trapeciectomía y ligamentoplastia, se realiza una tenodesis con el FCR (flexor carpi radialis) o el APL (abductor pollicis longus), que imita la función de este ligamento tras realizar la exéresis del trapecio (5-7).

Existen otros estabilizadores estáticos como la cápsula articular y el tendón del FCR pero que tienen menor importancia funcional aparentemente.



En el esquema se muestran los estabilizadores intrínsecos más relevantes en la visión dorsal y volar de la articulación trapeciometacarpiana : DCL (complejo ligamentario dorsal), IM (ligamento intermetacarpiano), VL (complejo ligamentario volar).

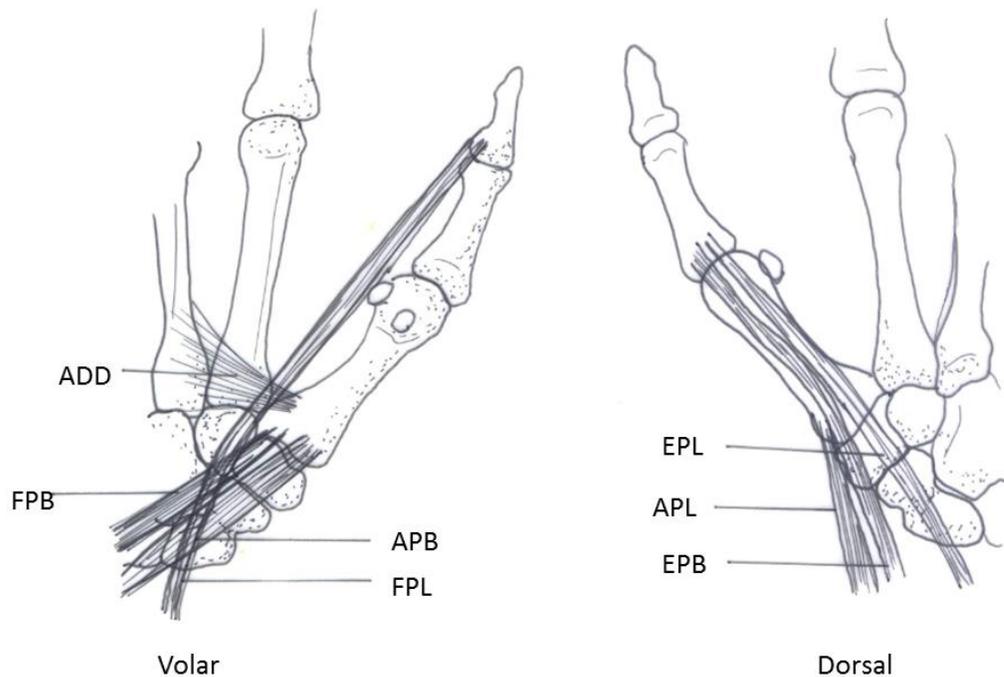
- Estabilizadores extrínsecos o dinámicos

Musculatura extrínseca:

- Abductor pollicis longus (APL), responsable de la luxación dorsal en la fractura de Bennett, flexor pollicis longus (FPL), Extensor pollicis brevis (EPB), Extensor pollicis longus (EPL).

Musculatura intrínseca del pulgar:

- Abductor pollicis brevis (APB), adductor (ADD), Flexor pollicis brevis (FPB) y el Oponente (OP).



En los dibujos se muestran los estabilizadores extrínsecos en su visión volar y dorsal: ADD (adductor), FPB (flexor pollicis brevis), FPL (flexor pollicis longus), APB (abductor pollicis brevis), EPL (extensor pollicis longus), APL (abductor pollicis longus) y EPB (extensor pollicis brevis).

La laxitud o el déficit funcional de estos estabilizadores pueden contribuir al desarrollo de la degeneración del cartílago de la TPMTTC tras una fractura de la base del pulgar.

CLASIFICACIÓN

Las fracturas de la base del pulgar se clasifican en 2 grandes grupos; intra y extraarticulares.

- Extraarticulares:

Dentro de las estas, los patrones más comunes son: oblicuo y transverso. Estas fracturas, en general, son más benignas y suelen tener mejor pronóstico. La mayoría se consideran estables y pueden tratarse de manera conservadora con inmovilización. Se pueden admitir hasta 30° de angulación que son compensados por las articulaciones vecinas. En las que no mantienen la estabilidad, la fijación con agujas de Kirschner suele ser suficiente.

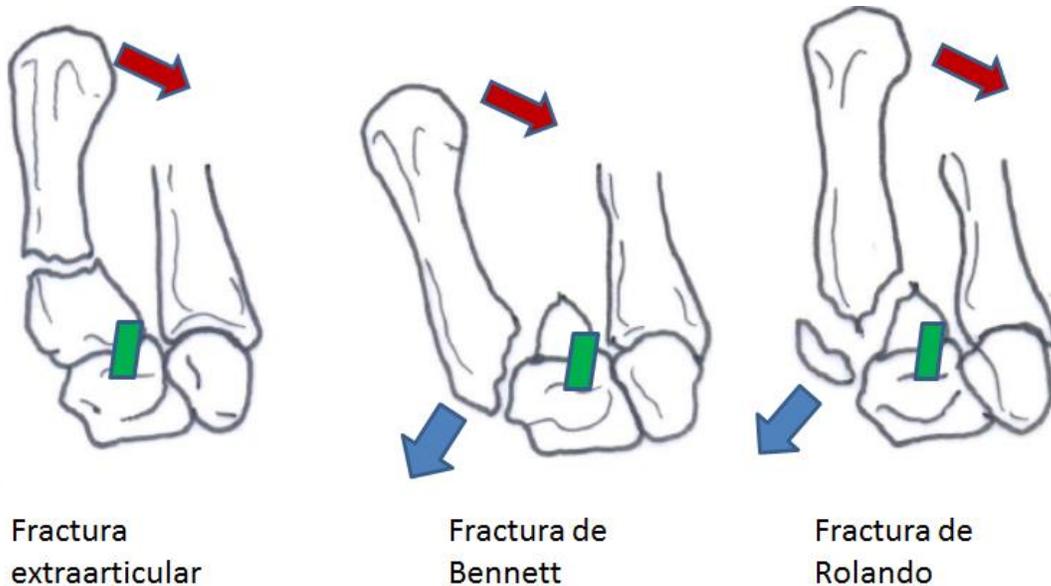
- Intraarticulares:

Dos son los patrones más repetidos:

- Bennett: Fractura con fragmento medial retenido por los ligamentos volares y subluxación dorsal del MTC por APL.

- Rolando/conminutas: El trazo clásico de las fractura de Rolando es en "T" o "Y" pero muchos autores incluyen en este grupo las fractura conminutas porque el pronóstico y el tratamiento son similares.

En el siguiente esquema se muestran los 3 grupos más importantes de fracturas, así como los vectores de fuerza y estabilizadores.



En color verde aparece representado el ligamento posterior oblicuo que retiene el fragmento medial. La flecha azul indica el vector de fuerza que ejerce la acción del APL. La flecha roja representa la fuerza con la que se opondría la musculatura tenar.

DIAGNÓSTICO

La clínica de dolor, impotencia funcional y deformidad del pulgar, asociada a un mecanismo traumático de contusión del pulgar en abducción (caída, accidente de tráfico o traumatismo directo) puede hacernos sospechar de una fractura a nivel de la base del primer metacarpiano.

El diagnóstico definitivo se obtiene mediante radiología simple. Para ello suelen requerirse 3 proyecciones estándar: posteroanterior, lateral y oblicua. También puede ser de utilidad una radiografía de la articulación contralateral para comparar.

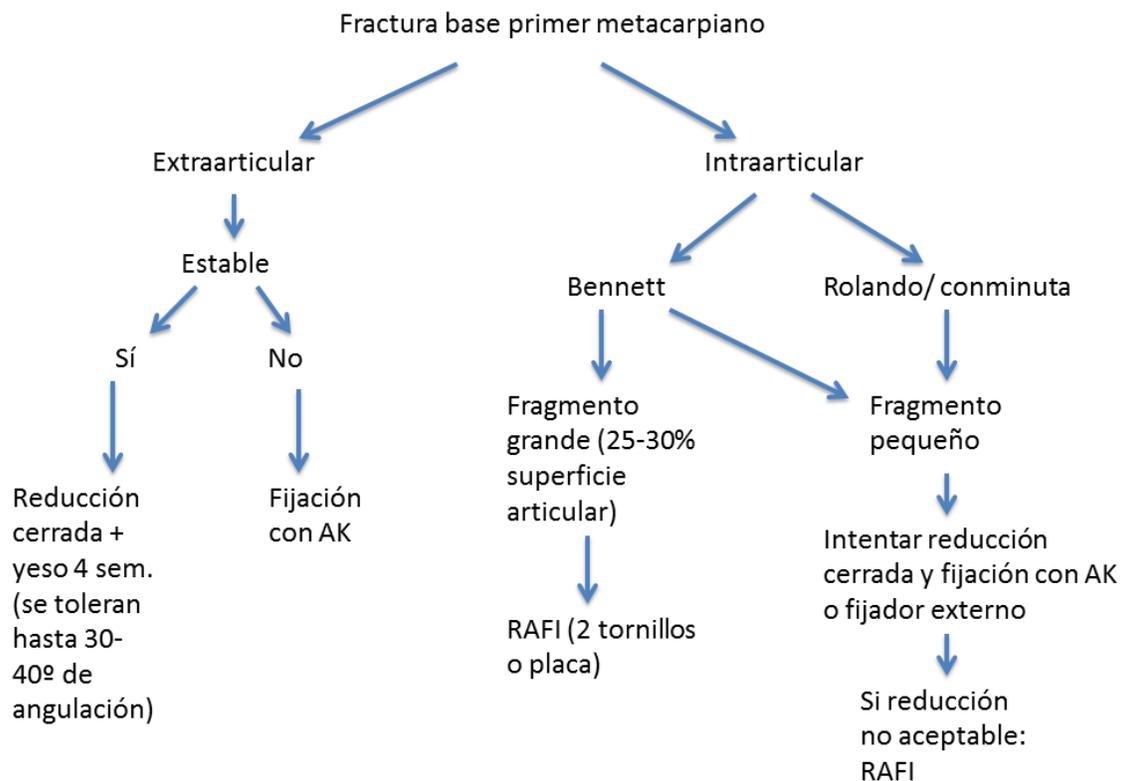
Billing y Gedda (8) describieron una proyección lateral pura de la articulación trapeziometacarpiana que puede ser útil fundamentalmente a la hora de evaluar la congruencia articular tras la reducción de la fractura. Esta proyección se realiza apoyando la palma de la mano sobre la placa y realizando después una pronación de muñeca de unos 20-30°. El rayo incide sobre la articulación TPMC con una angulación de 15-20°.

En cuanto a la fluoroscopia intraoperatoria, un estudio de Capo et al de 2009 (9) muestra cierta discrepancia entre los hallazgos de la misma y la visión directa de la fractura, debido a que la primera puede minimizar de forma importante la incongruencia de la superficie articular.

El TAC está reservado usualmente para las fracturas con importante conminución intraarticular de cara a la planificación preoperatoria.

TRATAMIENTO

Este podría ser un sencillo esquema de algoritmo terapéutico para el tratamiento de las fracturas del primer metacarpiano.

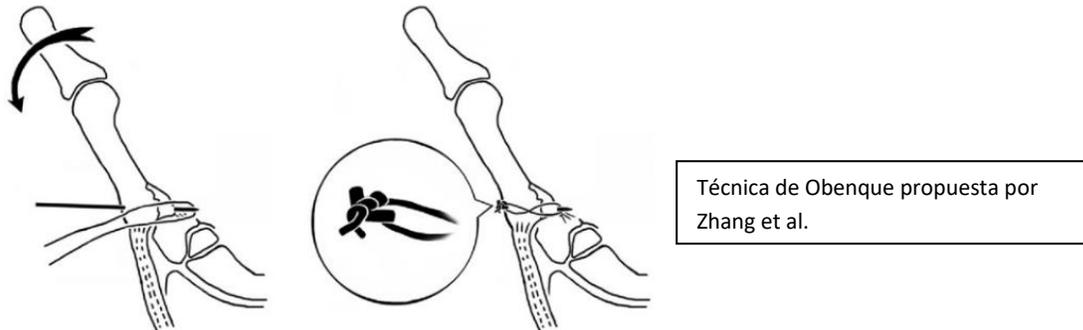


Se han descrito distintas técnicas para la fijación cerrada con agujas Kirschner, que han presentado en las series de distintos autores, buenos resultados clínicos.

En los pocos estudios que comparan el tratamiento de fracturas de Bennett mediante ORIF (fijación abierta y reducción interna) o CRIF (reducción cerrada y fijación interna), no parece haber diferencias significativas en cuanto a los resultados clínicos, radiológicos ni evolución hacia la degeneración articular. En los estudio de Lutz et al.y Sawaizumi et al. (10,11) si parece evidenciarse

en el grupo tratado con AK (agujas Kirschner) un aumento de la deformidad en adducción del primer espacio intermetacarpiano debido probablemente a la colocación de las agujas próxima al foco de fractura con pérdida de reducción.

En general los autores prefieren ORIF si el fragmento es grande y reductible porque permite una movilización temprana e inicio de la rehabilitación teóricamente más precoz (12,13). Se utilizan habitualmente tornillos de 1,2mm Ø o placas en T o en cuadrilátero, así como sistemas alternativos como el obenque propuesto por Zhang et al. en su serie de 2012 (14).



En el caso de las fracturas tipo Rolando, si los fragmentos son grandes, los autores como Langhoff et al. recomiendan ORIF con tornillos (15,16), siempre que seamos capaces de realizar una reducción correcta de la articulación. Si fuera necesario, el uso de injerto puede estar indicado.

En el caso de fracturas muy conminutas o con fragmentos pequeños la mayoría de los artículos se inclinan por el tratamiento con fijación externa para mantener la distracción y la mayor congruencia articular posible (10,17,18). Existen sistemas descritos con AK, con fijadores externos (cuadrilaterales o uniplanares) como el descrito por Buchler et al en su serie de 10 pacientes tratados, con buenos resultados (15). Giesen et al. publicaron en 2016 una serie de 15 casos consecutivos tratados de fracturas tipo Rolando con un sistema de distracción tipo Suzuki modificado con resultados clinico-radiológicos muy satisfactorios (19).



Fijador externo monoplanar de Marsland

La literatura parece coincidir en que más importante que la técnica usada es la congruencia articular resultante la que marca el pronóstico para el desarrollo de artrosis postraumática de la articulación TPMTC. Se considera que un escalón $>1\text{mm}$ intraarticular, está asociado a un mayor riesgo de desarrollar degeneración articular precoz (20,21). Aunque hasta el momento los estudios publicados no han encontrado una correlación directa entre el desarrollo de esta artrosis postraumática y los resultados clínicos y funcionales (22).

REHABILITACION

En la mayor parte de las series publicadas los autores proponen la inmovilización de 4-6 semanas con yeso corto. Uludag et al. publicaron en 2015 una serie de 16 casos consecutivos de fracturas intraarticulares (Bennett y Rolando) tratados con ORIF (tornillos o placa) (23). Mantuvieron inmovilización con yeso durante 10 días e iniciaron la movilización pasiva tras ese periodo. La movilización activa, así como los ejercicios de fuerza y resistencia, se iniciaron a las 4-6 semanas tras la intervención quirúrgica según la clínica y los signos de consolidación radiológica en cada paciente. Presentando unos resultados funcionales en cuanto a recuperación de la fuerza y movilidad excelentes. Sin casos de fallo de osteosíntesis u otras complicaciones. Si bien es verdad que el estudio es limitado por ser retrospectivo, con un bajo número de casos y sin grupo control asociado.

COMPLICACIONES Y SECUELAS

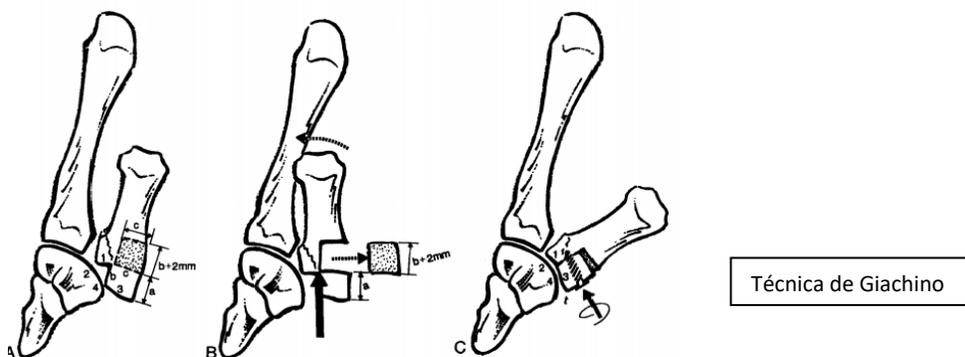
El tratamiento conservador con yeso está asociado a una alta tasa de complicaciones y secuelas en casos de fracturas inestables o intraarticulares como describieron Libesley et al y Gedda en sus

series (24,25).

En el caso de la fijación cerrada con agujas, además del riesgo de infección de las mismas (17), puede producirse irritación del aparato extensor del dedo índice si las agujas atraviesan la segunda cortical del 2ºMTC y el teórico daño articular en el caso de las agujas que atraviesan la articulación TPMTC.

En cuanto al tratamiento con reducción abierta y fijación interna; las complicaciones más habituales se asocian al abordaje (irritación de la rama sensitiva del radial, alteraciones estéticas e infección) así como el fallo de osteosíntesis o la movilización secundaria de los tornillos o placas (26).

Para el tratamiento de secuelas por deformidad de estas fracturas hay descritas algunas técnicas que proponen básicamente una osteotomía de la base del pulgar y en algunas, un injerto estructural asociado para corregir la deformidad. (27,28)



Otros autores proponen en casos más severos directamente una cirugía de rescate tipo artroplastia de suspensión o artrodesis de la articulación TPMTC (29).

MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos llevado a cabo una revisión de los casos consecutivos de fracturas de la base del pulgar en nuestro centro desde enero de 2007 hasta diciembre de 2016. En total hemos encontrado 28 pacientes. En la serie encontramos 4 mujeres (14,28%) y 24 hombres (85,71%). En cuanto a la edad media de los pacientes fue de 41,71 años (16-87). La mano dominante representó el 57,14% de las fracturas. Las causas principales de las fracturas fueron traumatismo directo 13 (46,42%), accidente de tráfico 8 (28,57%), caída 5 (17,85%) y accidente deportivo 2 (7,14%).

Intentamos ponernos en contacto con los pacientes para realizar una valoración radiológica y funcional de las fracturas. De los 28 pacientes pudimos examinar a 13; el resto no pudieron acudir a la revisión por distintos motivos (2 éxitus, 3 personas residentes en el extranjero, 5 habían cambiado de domicilio/teléfono y no fue posible localizarles y 5 por motivos personales/laborales no estaban disponibles).

Solicitamos a todos los casos un estudio radiológico del dedo afectado con 3 proyecciones estándar (AP, L y oblicua) para valorar el grado de congruencia articular y de artrosis TPMTC según la

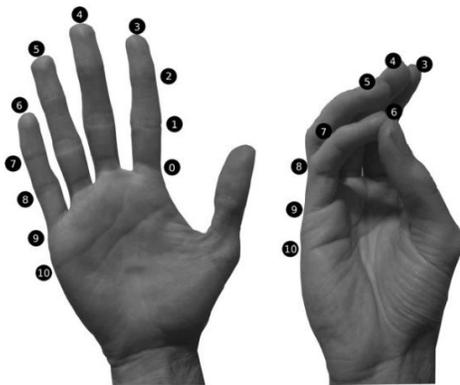
clasificación de Eaton-Littler (29).

Para evaluar la funcionalidad y el dolor se realizó a los pacientes el test Quick DASH (0-100, siendo 0 funcionalidad óptima y 100 peor resultado) (30), así como la escala visual analógica (VAS).

Para medir la fuerza utilizamos un dinamómetro manual (Baseline ® Pneumatic Bulb Dynamometer / Pinch Gauge) y comparamos la fuerza de la pinza comparado con la mano contralateral.



Dinamómetro tipo Baseline
Pneumatic Bulb



Índice de Kapandji para valorar
oposición del pulgar (0-10)

A la hora de baremar la movilidad usamos un goniómetro estándar y también como referencia la mano contralateral. Además usamos la escala de Kapandji para medir la oposición del pulgar (31).

Pac	Sexo	Edad	Dom	Causa *	Tipo de fx	Tipo de tto	ROM radial (%)	ROM palmar (%)	Opos	Fuerza (%)	Quick DASH	VAS	Rx
1	V	68	NO	TD	Extraarticular	Conservador	90	100	9	100	0	0	2
2	V	16	NO	TD	Extraarticular	ORIF placa	100	95	10	100	0	0	1
3	V	18	SI	TD	Rolando	ORIF 2 tornillos	100	95	9	90	2	1	1
4	V	18	SI	C	Bennett	2 AK	100	85	10	100	4,5	0	1
5	M	31	NO	TD	Extraarticular	Conservador	100	100	9	95	0	0	1
6	M	61	SI	C	Rolando	2 AK	70	60	5	20	70,5	7	3
7	V	42	NO	C	Extraarticular	Conservador	100	100	8	100	11,4	2	2
8	V	63	SI	TRF	Bennett	3 AK	80	85	10	100	9,1	2	2
9	V	34	NO	DPR	Bennett	2 AK	90	85	9	95	5,3	2	1
10	V	49	SI	TRF	Bennett	2 AK	100	100	10	100	4,5	1	2
11	V	37	NO	TRF	Bennett	2 AK	95	100	10	100	0	0	1
12	M	58	SI	C	Rolando	2 AK	95	75	8	90	22,7	0	3
13	V	18	SI	TRF	Bennett	2 AK	90	80	9	90	11,4	2	1

*Causas: TD (Traumatismo directo), C (caída), TRF (accidente de tráfico), DPR (accidente deportivo)

Debido al escaso número de pacientes reclutado y a la heterogeneidad de los tipos de fracturas y tratamientos llevados a cabo, no hemos realizado análisis estadístico de los resultados porque creemos que no arrojarían ningún resultado extrapolable.

A modo descriptivo hemos apreciado que las fracturas tipo Bennett son las más frecuentes en nuestro medio (42,85%), seguidas de las extraarticulares (25%) y por último de las tipo Rolando y conminutas (17,85%). Todos los casos fueron tratados por adjuntos al servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Comarcal de Inca. En las que requirieron tratamiento quirúrgico la mayor parte de las veces se optó por un tratamiento cerrado con agujas Kirschner (68%). En la mayoría de los casos han presentado una buena evolución tanto funcional como radiológicamente. Por otro lado los casos con peor resultado, como se muestra en la tabla, corresponden a las fracturas más complejas de la serie y con una reducción postquirúrgica subóptima. Además una de las pacientes es la que presenta un menor tiempo de evolución desde la fractura (7 meses) y todavía está pendiente de realizar una última tanda de rehabilitación, con lo que podría tener una capacidad de mejoría potencial.



Paciente de la serie con una fractura tipo Bennett tratado mediante osteosíntesis abierta con 2 tornillos con un excelente resultado clínico radiológico



Paciente con fractura tipo Rolando con buena reducción postquirúrgica tras osteosíntesis con agujas.

No hemos encontrado en nuestra pequeña serie complicaciones importantes; no se han observado infecciones profundas ni superficiales, fallo de osteosíntesis o pseudoartrosis. Tan sólo hubo un paciente con una movilización secundaria de una aguja K, que además se retiró a las 8 semanas porque el paciente no acudió a los controles que tenía programados.

DISCUSIÓN.

Las fracturas de la base del pulgar, aunque no muy frecuentes, constituyen un importante reto en cuanto al tratamiento y las posibles secuelas que pueden dejar al paciente si producen una alteración de la articulación trapeciometacarpiana, que es la pieza fundamental en las maniobras de la pinza.

Desde que Bennett describió la fractura intraarticular que lleva su epónimo en 1882 (32), varios estudios y series publicados se han centrado en las fracturas de la base del pulgar. En el año 1954 Gedda et al. y posteriormente, Kjaer- Petersen et al. y Livesley publicaron sus series mostrando una mala evolución de las fracturas intraarticulares con tratamiento conservador (24,25,33), por este motivo el tratamiento con yeso suele reservarse para las fracturas extraarticulares fundamentalmente. Por otro lado los tratamientos quirúrgicos han evolucionado hacia dos alternativas claras; la fijación con agujas y la reducción abierta (12,13,18,34-44).

Los escasos estudios comparativos entre estas dos técnicas hasta el momento no muestran diferencias significativas en cuanto a movilidad, fuerza, dolor y funcionalidad. Tan solo se ha descrito una aparente deformidad en aducción en los pacientes tratados con agujas sin claras consecuencias clínicas. Tampoco los autores han encontrado correlación entre los signos radiológicos de degeneración articular trapeciometacarpiana tras la fractura y la afectación funcional o de dolor.

Sí parece claro que, más que el tipo de tratamiento, la incongruencia articular de un escalón $>1\text{mm}$ está relacionada con el desarrollo de artrosis postraumática precoz.

Por el momento no hay publicado ningún estudio randomizado ni ningún metaanálisis que permita comparar la verdadera eficacia de los distintos tratamientos de las fracturas de la base del pulgar.

Mirando hacia el futuro y esperando aclarar las dudas que nos quedan en cuanto al uso de las diferentes alternativas quirúrgicas, se abren nuevas ventanas que podrían ayudar en la mejoría de los tratamientos, como es el caso del uso de la artroscopia a nivel TPMTTC para valorar el grado de reducción de las fracturas intraoperatoriamente. Culp et al. describieron la técnica en 2010 (45), pero hasta el momento no hay series publicadas que valoren su utilidad.

Hemos encontrado también una falta de referencias bibliográficas en torno al tratamiento rehabilitador de este tipo de lesiones. Consideramos que la coordinación con el equipo de rehabilitación y el establecimiento de protocolos o pautas, puede ayudar a la recuperación en este tipo de pacientes.

Nosotros hemos llevado a cabo una revisión de todos los casos de las fracturas de pulgar desde 2007 cuando se inauguró nuestro centro. Hemos obtenido una serie pequeña y heterogénea de este tipo de fracturas. La primera dificultad que nos hemos encontrado ha sido la de poder revisar a los pacientes para el estudio. El hecho de asistir a la población de un área muy turística donde la movilidad demográfica es muy elevada, complica en muchos casos el seguimiento de nuestros pacientes. Otras de las limitaciones importantes de nuestro estudio es que tenemos una n de pacientes pequeña y el estudio es retrospectivo. Además no todos los procedimientos fueron llevados a cabo por el mismo cirujano, ni se usó la misma técnica en cada caso.

Las fracturas de la base del pulgar no son frecuentes en nuestro medio. Tampoco somos un hospital de referencia, ni tenemos en nuestro centro una unidad de mano especializada, a pesar de ello, los resultados a largo plazo de los pacientes analizados retrospectivamente, son buenos en general.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Edmunds JO. Current concepts of the anatomy of the thumb trapeziometacarpal joint. *J Hand Surg Am* 2011 Jan;36(1):170-182.
- (2) Leversedge FJ. Anatomy and pathomechanics of the thumb. *Hand Clin* 2008 Aug;24(3):219-29, v.
- (3) Drewniany JJ, Palmer AK, Flatt AE. The scaphotrapezial ligament complex: an anatomic and biomechanical study. *J Hand Surg Am* 1985 Jul;10(4):492-498.
- (4) Colman M, Mass DP, Draganich LF. Effects of the deep anterior oblique and dorsoradial ligaments on trapeziometacarpal joint stability. *J Hand Surg Am* 2007 Mar;32(3):310-317.
- (5) Eaton RG, Littler JW. Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint. *J Bone Joint Surg Am* 1973 Dec;55(8):1655-1666.
- (6) Eaton RG, Lane LB, Littler JW, Keyser JJ. Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint: a long-term assessment. *J Hand Surg Am* 1984 Sep;9(5):692-699.
- (7) Froimson AI. Tendon arthroplasty of the trapeziometacarpal joint. *Clin Orthop Relat Res* 1970 May-Jun;70:191-199.
- (8) BILLING L, GEDDA KO. Roentgen examination of Bennett's fracture. *Acta Radiol* 1952 Dec;38(6):471-476.
- (9) Capo JT, Kinchelow T, Orillaza NS, Rossy W. Accuracy of fluoroscopy in closed reduction and percutaneous fixation of simulated Bennett's fracture. *J Hand Surg Am* 2009 Apr;34(4):637-641.
- (10) Sawaizumi T, Nanno M, Nanbu A, Ito H. Percutaneous leverage pinning in the treatment of Bennett's fracture. *J Orthop Sci* 2005;10(1):27-31.
- (11) Lutz M, Sailer R, Zimmermann R, Gabl M, Ulmer H, Pechlaner S. Closed reduction transarticular Kirschner wire fixation versus open reduction internal fixation in the treatment of Bennett's fracture dislocation. *J Hand Surg Br* 2003 Apr;28(2):142-147.
- (12) del Pinal F, Moraleda E, Ruas JS, de Piero GH, Cerezal L. Minimally invasive fixation of fractures of the phalanges and metacarpals with intramedullary cannulated headless compression screws. *J Hand Surg Am* 2015 Apr;40(4):692-700.

- (13) Diaconu M, Facca S, Gouzou S, Liverneaux P. Locking plates for fixation of extra-articular fractures of the first metacarpal base: a series of 15 cases. *Chir Main* 2011 Feb;30(1):26-30.
- (14) Zhang X, Shao X, Zhang Z, Wen S, Sun J, Wang B. Treatment of a Bennett fracture using tension band wiring. *J Hand Surg Am* 2012 Mar;37(3):427-433.
- (15) Buchler U, McCollam SM, Oppikofer C. Comminuted fractures of the basilar joint of the thumb: combined treatment by external fixation, limited internal fixation, and bone grafting. *J Hand Surg Am* 1991 May;16(3):556-560.
- (16) Langhoff O, Andersen K, Kjaer-Petersen K. Rolando's fracture. *J Hand Surg Br* 1991 Nov;16(4):454-459.
- (17) Greeven AP, Alta TD, Scholtens RE, de Heer P, van der Linden FM. Closed reduction intermetacarpal Kirschner wire fixation in the treatment of unstable fractures of the base of the first metacarpal. *Injury* 2012 Feb;43(2):246-251.
- (18) Soyer AD. Fractures of the base of the first metacarpal: current treatment options. *J Am Acad Orthop Surg* 1999 Nov-Dec;7(6):403-412.
- (19) Giesen T, Neukom L, Fakin R, Beckamm-Fries V, Calcagni M. Modified Suzuki frame for the treatment of difficult Rolando fractures. *Hand Surg Rehabil* 2016 Oct;35(5):335-340.
- (20) Thurston AJ, Dempsey SM. Bennett's fracture: a medium to long-term review. *Aust N Z J Surg* 1993 Feb;63(2):120-123.
- (21) Timmenga EJ, Blokhuis TJ, Maas M, Raaijmakers EL. Long-term evaluation of Bennett's fracture. A comparison between open and closed reduction. *J Hand Surg Br* 1994 Jun;19(3):373-377.
- (22) Pellegrini VD, Jr. The ABJS 2005 Nicolas Andry Award: osteoarthritis and injury at the base of the human thumb: survival of the fittest? *Clin Orthop Relat Res* 2005 Sep;438:266-276.
- (23) Uludag S, Ataker Y, Seyahi A, Tetik O, Gudemez E. Early rehabilitation after stable osteosynthesis of intra-articular fractures of the metacarpal base of the thumb. *J Hand Surg Eur Vol* 2015 May;40(4):370-373.
- (24) Livesley PJ. The conservative management of Bennett's fracture-dislocation: a 26-year follow-up. *J Hand Surg Br* 1990 Aug;15(3):291-294.
- (25) GEDDA KO, MOBERG E. Open reduction and osteosynthesis of the so-called Bennett's fracture in the carpo-metacarpal joint of the thumb. *Acta Orthop Scand* 1952;22(1-4):249-257.
- (26) Fusetti C, Meyer H, Borisch N, Stern R, Santa DD, Papaloizos M. Complications of plate fixation in metacarpal fractures. *J Trauma* 2002 Mar;52(3):535-539.
- (27) Jebson PJ, Blair WF. Correction of malunited Bennett's fracture by intra-articular osteotomy: a report of two cases. *J Hand Surg Am* 1997 May;22(3):441-444.
- (28) Giachino AA. A surgical technique to treat a malunited symptomatic Bennett's fracture. *J Hand Surg Am* 1996 Jan;21(1):149-151.
- (29) Eaton RG, Littler JW. A study of the basal joint of the thumb. Treatment of its disabilities by fusion. *J Bone Joint Surg Am* 1969 Jun;51(4):661-668.

- (30) Ebrahimzadeh MH, Moradi A, Vahedi E, Kachooei AR, Birjandinejad A. Validity and Reliability of the Persian Version of Shortened Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (Quick-DASH). *Int J Prev Med* 2015 Jul 8;6:59-7802.160336. eCollection 2015.
- (31) Kapandji A. Clinical test of apposition and counter-apposition of the thumb. *Ann Chir Main* 1986;5(1):67-73.
- (32) Bennett EH. On Fracture of the Metacarpal Bone of the Thumb. *Br Med J* 1886 Jul 3;2(1331):12-13.
- (33) Kjaer-Petersen K, Langhoff O, Andersen K. Bennett's fracture. *J Hand Surg Br* 1990 Feb;15(1):58-61.
- (34) Bernstein ML, Chung KC. Hand fractures and their management: an international view. *Injury* 2006 Nov;37(11):1043-1048.
- (35) Brazier J, Moughabghab M, Migaud H, Fontaine C, Elia A, Tillie B. Articular fractures of the base of the first metacarpal. Comparative study of direct osteosynthesis and closed pinning. *Ann Chir Main Memb Super* 1996;15(2):91-99.
- (36) Brownlie C, Anderson D. Bennett fracture dislocation - review and management. *Aust Fam Physician* 2011 Jun;40(6):394-396.
- (37) Carlsen BT, Moran SL. Thumb trauma: Bennett fractures, Rolando fractures, and ulnar collateral ligament injuries. *J Hand Surg Am* 2009 May-Jun;34(5):945-952.
- (38) Huang JI, Fernandez DL. Fractures of the base of the thumb metacarpal. *Instr Course Lect* 2010;59:343-356.
- (39) Mahmoud M, El Shafie S, Menorca RM, Elfar JC. Management of neglected Bennett fracture in manual laborers by tension fixation. *J Hand Surg Am* 2014 Sep;39(9):1728-1733.
- (40) Meals C, Meals R. Hand fractures: a review of current treatment strategies. *J Hand Surg Am* 2013 May;38(5):1021-31; quiz 1031.
- (41) Rivlin M, Fei W, Mudgal CS. Bennett Fracture. *J Hand Surg Am* 2015 Aug;40(8):1667-1668.
- (42) Surzur P, Rigault M, Charissoux JL, Mabit C, Arnaud JP. Recent fractures of the base of the 1st metacarpal bone. A study of a series of 138 cases. *Ann Chir Main Memb Super* 1994;13(2):122-134.
- (43) van Niekerk JL, Ouwens R. Fractures of the base of the first metacarpal bone: results of surgical treatment. *Injury* 1989 Nov;20(6):359-362.
- (44) Xing SG, Tang JB. Surgical treatment, hardware removal, and the wide-awake approach for metacarpal fractures. *Clin Plast Surg* 2014 Jul;41(3):463-480.
- (45) Culp RW, Johnson JW. Arthroscopically assisted percutaneous fixation of Bennett fractures. *J Hand Surg Am* 2010 Jan;35(1):137-140.