

Tratamiento quirúrgico de las fracturas diafisarias de metacarpianos

A. Ríos Luna, H. Fahandezh Saddi^a, M. Villanueva Martínez^b, A. Martín García^b y M. del Cerro Gutiérrez^b

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital de Poniente. El Ejido. Almería. ^aServicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital de Alcorcón. Madrid. ^bServicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. H.G.U. Gregorio Marañón de Madrid. Departamento de COT H.G.U. Gregorio Marañón. I.P.R. Cirugía de la mano.

Objetivo. El objetivo de nuestro trabajo es valorar mediante un estudio retrospectivo la evolución de los pacientes diagnosticados y tratados quirúrgicamente por fractura de metacarpianos entre los años 2001 a 2003 en el servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Gregorio Marañón de Madrid.

Material y método. Realizamos un estudio retrospectivo entre los años 2001 a 2003, valorando clínica y radiológicamente a aquellos pacientes que presentaron fracturas diafisarias de metacarpianos trifalángicos y que fueron diagnosticados y tratados quirúrgicamente en nuestro servicio. La serie consta de 20 pacientes con una edad media de 28 años (16-61), que corresponden a un total de 27 fracturas. El mecanismo lesional más frecuente fue el accidente de tráfico (ATF) (10 casos). El tiempo medio de seguimiento es de 12 meses (8-24). El quinto metacarpiano fue el más frecuentemente afectado (70%). Los criterios de tratamiento se enuncian más adelante. A las 24 horas de realizada la cirugía comienza el tratamiento rehabilitador con movilizaciones pasivas de la mano con el apoyo de catéter axilar. Para la valoración de resultados hemos utilizado la escala TAM (*Total Active Motion*) que consiste en la suma de los arcos de movilidad de las articulaciones metacarpofalángicas (MF), interfalángicas proximales (IFp) e interfalángicas distales (IFd).

Resultados. El resultado fue excelente en 12 de los 20 pacientes (60%). En cuatro (20%) fue bueno, un paciente (5%) obtuvo un resultado regular, y tres (15%) un resultado malo.

Conclusiones. El estado de las partes blandas y las lesiones asociadas, principalmente las fracturas de falanges, condiciona e influye directamente sobre el resultado final. Una movilización precoz sobre un montaje sólido es la conducta que asocia los mejores resultados, minimizando la rigidez articular y las adherencias tendinosas.

Palabras clave: *fractura, metacarpianos, mano traumática.*

Correspondencia:

A. Ríos Luna.
Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital de Poniente.
Avda de Almerimar s/n. 04700 El Ejido. Almería.
Correo electrónico: antonioriosluna@yahoo.es

Recibido: noviembre de 2004.

Aceptado: mayo de 2005.

Surgical treatment of metacarpal shaft fractures

Purpose. The purpose of our paper is to carry out a retrospective study to assess the evolution of patients diagnosed with a metacarpal fracture which was treated surgically between 2001 and 2003 at the Orthopedic and Trauma Surgery Department of the Gregorio Marañón Hospital in Madrid.

Materials and methods. Between 2001 and 2003 we performed a retrospective study in which we assessed, clinically and radiologically, those patients who presented with triphalangeal metacarpal shaft fractures and who were diagnosed and treated in our department. The series is made up of 20 patients with a mean age of 28 years (range: 16-61) and contained a total of 27 fractures. The injuries were most commonly sustained in the course of a car accident (10 cases). The mean follow-up time was 12 months (range: 8-24). The fifth metacarpal was the one most frequently involved (70%). The treatment criteria are stated in what follows. Twenty-four hours after surgery rehabilitation treatment was started with passive mobilization of the hand with the support of an axillary catheter. In order to assess the results we used the Total Active Motion (TAM) scale which consists of the addition of the ranges of movement of the metacarpal-phalangeal (MCP), proximal interphalangeal (PIP) and distal interphalangeal (DIP) joints.

Results. Results were excellent for 12 out of the 20 patients (60%). Four of them (20%) had good results, one patient (5%) had a fair result and for three (15%) the result was poor.

Conclusions. The condition of the soft tissues and the associated lesions, mainly the phalanx fractures, constrains and exerts a direct influence on the final result. Early mobilization on some rigid bone fixation is the strategy that yields the best results, minimizing joint rigidity and tendon adhesions.

Key words: *fracture, metacarpals, traumatic hand.*

Las fracturas de metacarpianos asociadas con las fracturas de falanges son unas de las de mayor incidencia en el esqueleto humano. La mayoría de ellas son estables siendo suficiente un tratamiento conservador y reservando el tratamiento quirúrgico para aquéllas inestables o irreductibles. Los objetivos en el tratamiento de dichas fracturas son: conseguir y mantener una reducción lo más anatómica posible, obtener una óptima funcionalidad y preservar al máximo el arco de movilidad, evitando disrotaciones. El tratamiento inadecuado de las mismas puede producir una importante limitación funcional. El manejo de este tipo de lesiones continúa siendo controvertido existiendo diferentes tipos de tratamiento: conservador con férulas y ortesis; quirúrgico, ya sea con una síntesis elástica con agujas de Kirschner, o bien, una síntesis rígida con placa y tornillos. La localización adecuada de la incisión, el manejo poco traumático de las partes blandas, y una elección apropiada del método de síntesis, optimizará el resultado final.

MATERIAL Y MÉTODO

Realizamos un estudio retrospectivo, valorando clínica y radiológicamente a aquellos pacientes que presentaron fracturas diafisarias de metacarpianos entre los años 2001 a 2003 y que fueron diagnosticados y tratados quirúrgicamente en nuestro servicio. De un total de 250 pacientes que sufrieron al menos la fractura de un metacarpiano, hemos excluido a aquellas que afectaban al primero, a las fracturas intraarticulares del resto de los metacarpianos, y a las diafisarias en las que se realizó tratamiento conservador, obteniendo el número final de pacientes que componen nuestro estudio.

La serie consta de 19 hombres y una mujer con una edad media de 28 años (16-61), que corresponden a un total

de 27 fracturas. La mano dominante se afectó en 13 casos, estando afectada la no dominante en los 7 restantes. El mecanismo lesional más frecuente fue el accidente de tráfico (10 casos), seguido del accidente laboral en 7, la caída casual (2 casos) y accidente pirotécnico. El tiempo medio de seguimiento es de 12 meses (8-24).

El quinto metacarpiano fue el más frecuentemente afectado (70%) (fig. 1), seguido del cuarto (65%), tercero (30%) y por último el segundo (30%). La fractura transversal fue la más numerosa de nuestra serie (47%). El 30% de los pacientes presentaba una fractura aislada, teniendo el restante 70%, dos o más fracturas de metacarpianos en la misma mano, siendo la asociación de fractura del cuarto y quinto metacarpianos la más frecuente. En 4 casos la fractura fue abierta y afectó a más de un metacarpiano, por lo que junto a la importante lesión de partes blandas, se les consideró mano traumática grave (una de ellas debida a un accidente pirotécnico y las 3 restantes a sendos accidentes de tráfico). La lesión ósea asociada con más frecuencia fue la fractura de falange homolateral en 4 casos, cuatro F1, tres F2 y dos F3, todas ellas producidas en este grupo de pacientes con lesiones severas de la mano.

El tiempo medio de espera hasta la cirugía fue de 48 horas (0-96).

Los criterios para el tratamiento de este tipo de fracturas dependieron de varios factores (fig. 2):

1. Relacionados con la localización anatómica de la fractura y número de metacarpianos afectados:

– En el caso de que la fractura afecte a un metacarpiano central (tercero o cuarto) aislado o a ambos, dada la estabilidad de la lesión proporcionada por los ligamentos intermetacarpianos y musculatura intrínseca de la mano, el tratamiento generalmente es ortopédico con inmovilización durante 3 semanas para comenzar terapia rehabilitadora in-



Figura 1. A) Fractura subcapital de quinto metacarpiano. B) Síntesis con miniplaca condílea.

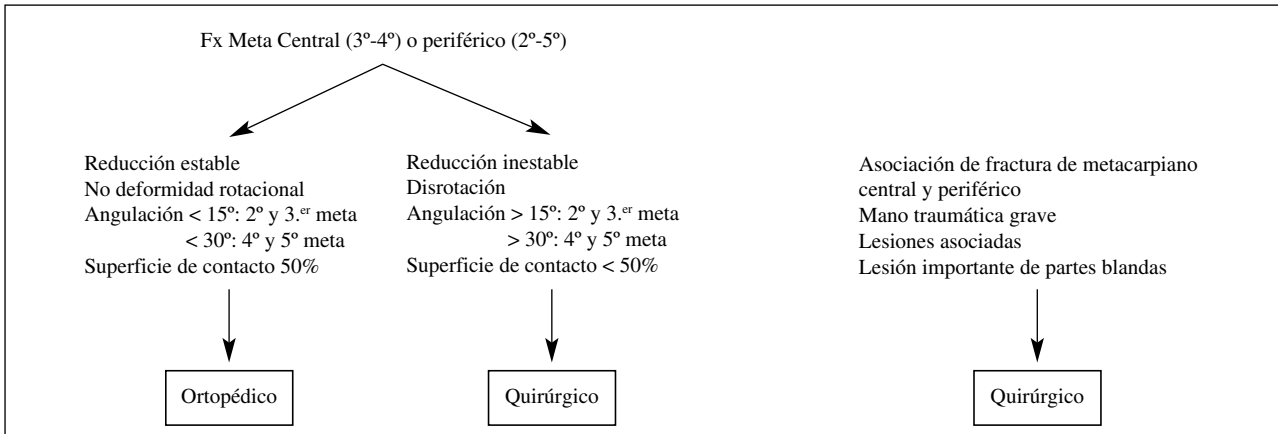


Fig. 2. Criterios de tratamiento seguidos por los autores de este artículo. Fx Meta: fractura metacarpianos.



Figura 3. A) Fractura de dos metacarpianos centrales. B) Imagen clínica tras el tratamiento no quirúrgico.

mediata (fig. 3). Si la fractura corresponde a un metacarpiño periférico aislado (segundo o quinto), la actitud a seguir varía en función de los criterios de reducción y de estabilidad de la lesión.

– Cuando la fractura asocia a un metacarpiño central con uno periférico, o bien, se trate de una mano traumática grave con afectación de más de dos metacarpianos, indicamos tratamiento quirúrgico.

2. Relacionados con el estado de las partes blandas, lesiones asociadas y estado general del paciente: aquellas fracturas abiertas, o con importante defecto de cobertura, o bien pacientes con alguna lesión quirúrgica de miembro superior concomitante, son tratadas quirúrgicamente (figs. 4 y 5).

3. Relacionados con la inestabilidad o irreductibilidad de las fracturas: se considera una reducción aceptable cuando la superficie de contacto de los bordes de la fractura es mayor del 50%, sin ningún tipo de deformidad rotacional y con una angulación que depende de cada metacarpiño en



Figura 4. Mano traumática grave.



Figura 5. Fractura de metacarpianos junto a una fractura luxación de Galeazzi.

particular, no permitiendo una angulación mayor de 30° para el quinto y cuarto metacarpiano, ni mayor de 15° para el segundo y tercer metacarpiano. Esta deformidad provocaría, entre otras limitaciones, la imposibilidad para cerrar el puño, pérdida de movilidad e insuficiencia de musculatura flexora.

De los 20 pacientes que componen el estudio, se empleó reducción abierta y fijación interna (ORIF) en 16 (80%), siendo sintetizadas con placas de titanio de bajo perfil y tornillos (2,0 mm) en 13 pacientes, siguiendo las directrices AO/ASIF, colocadas a través de un abordaje dorsal. En los restantes tres, se colocaron miniplacas condíleas al corresponder a fracturas subcapitales (fig. 6). Consideramos síntesis estable aquella que asegura un mínimo de 4 corticales proximal y distalmente al foco de fractura. Si conseguimos una síntesis estable realizamos una pauta analgésica más movilización en el postoperatorio inmediato. El primer día postoperatorio administramos un bolo de metilprednisolona por vía intravenosa de 1,5 mg/kg de peso. El segundo día la disminuimos a 1 mg/kg de peso y el tercer día a 0,5 mg/kg de peso. Esto se asocia a la colocación de un catéter axilar en el miembro intervenido, en el que se aplican 10-12 cc de bupivacaína al 0,25% 30 minutos antes de cada movilización. A las 24 horas de la cirugía comienza el tratamiento rehabilitador consistente en tres movilizaciones diarias pasivas bajo anestesia, más movilización activa en arco no doloroso. Todo ello se mantiene durante 10 días. Dichas pautas de tratamiento rehabilitador se emplearon en los 16 casos de síntesis con placa y tornillos (100%).

En 4 pacientes (20%) se realizó una síntesis percutánea con agujas de Kirschner (0,9 mm) de manera retrógrada o anterógrada en función de la localización de la fractura,

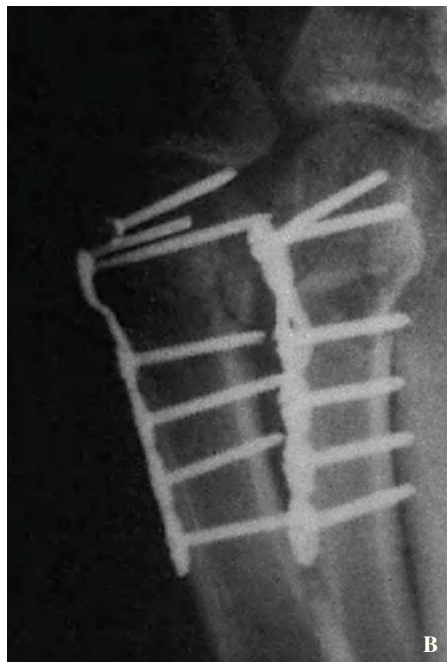


Figura 6. A) Fractura subcapital de cuarto y quinto metacarpianos. B) Síntesis con miniplacas condíleas.

siendo en la mayoría de los casos (75%) retrógradamente. Correspondían a los 4 casos de mano traumática grave, dado que la inflamación y la lesión de partes blandas desaconsejaba una reducción abierta. Estos pacientes asociaban el 100% de las fracturas de falange recogidas en nuestra serie. Tras la cirugía, a este grupo se le inmovilizó con una férula con la articulación metacarpofalángica (MF) en 80°-90° de flexión y el resto de articulaciones interfalángicas en extensión, durante un período no inferior a 3-3,5 semanas.

Para la valoración de resultados hemos utilizado la escala TAM (*Total Active Motion*) que consiste en la suma de los arcos de movilidad de las articulaciones MF, interfalángica proximal (IFp) e interfalángica distal (IFd).

La suma total es alrededor de 260°. Consideramos un resultado excelente cuando la TAM es > 240°, bueno cuando queda comprendida entre 220°-240°, regular cuando está entre 180°-220° y malo cuando es < 180°.

RESULTADOS

El resultado fue excelente en 12 de los 20 pacientes. En 4 fue bueno, un paciente obtuvo un resultado regular y 3 un resultado malo. La totalidad de pacientes con un resultado excelente o bueno (80%) corresponden a los sintetizados con placa y tornillos. Los restantes 4 casos con un resultado regular y tres malo corresponden a los que presentaron lesiones consideradas como mano traumática grave y que precisaron síntesis *ad minimum* con agujas de Kirschner. Dada la precariedad de dicho montaje, se les mantuvo con una ortesis durante un período no superior a 3 semanas, momento en el que comenzaron tratamiento rehabilitador.

El 25% de los pacientes sufrieron al menos una complicación. Éstas las dividimos en complicaciones mayores y menores según la clasificación propuesta por Page y Stern¹. Las mayores son aquellas que requerían un segundo procedimiento quirúrgico para mejorar el resultado final, y las menores cuando no era necesaria la reintervención; en estas últimas se incluyen las infecciones superficiales. En el grupo de 16 pacientes sintetizados con placa y tornillos no se produjo ningún tipo de complicación mayor; sólo un paciente sufrió una complicación menor, un retardo de consolidación que evolucionó satisfactoriamente hacia la consolidación definitiva. No se observó ningún caso de pseudoartrosis, considerada ésta como ausencia de callo óseo transcurrido un período a partir de 12-16 semanas desde la cirugía. Ningún paciente sufrió aflojamiento o rotura de la placa.

El grupo de 4 pacientes con mano traumática grave sufrió tres complicaciones mayores y dos menores. Dos pacientes requirieron una segunda cirugía por una pérdida importante del arco de movilidad al tener fracturas de falange asociadas, consistiendo en ambos casos en una tenoartroclisis total anterior (TATA). El otro caso corresponde al paciente

afectado por un accidente pirotécnico que precisó la amputación de dos metacarpianos (segundo y cuarto) en los días sucesivos a su tratamiento quirúrgico inicial debido a la inviabilidad de los tejidos reparados. Los dos casos de complicaciones menores corresponden a 2 pacientes con infección superficial que fue controlada con antibioterapia intravenosa intensiva según protocolo del servicio de Microbiología de nuestro Centro (tabla 1).

Los peores resultados en cuanto a pérdida de rango de movilidad fueron para las articulaciones interfalángica proximal y distal cuando se asociaban las fracturas de metacarpiano con alguna fractura de falange en ese mismo radio. Aquellos pacientes con una fractura transversa del metacarpiano alcanzaron un rango de movilidad mayor que aquéllos con otros tipos.

Ningún paciente presentó disrotación clínicamente evidenciable.

No hubo ninguna complicación nerviosa relacionada con el uso del catéter axilar. La complicación más frecuente fue la presencia de hematoma subcutáneo (4 casos), resuelto en todos los pacientes en los días sucesivos a la cirugía.

DISCUSIÓN

La gran mayoría de las fracturas de metacarpianos son estables y no requieren tratamiento quirúrgico. En ellas es factible conseguir una reducción anatómica, mantenerla con una adecuada inmovilización y, tras un programa intenso de rehabilitación, lograr un resultado funcional óptimo. En cambio, las fracturas inestables de metacarpianos constituyen el 8% del total^{2,3}. Su tratamiento ha sufrido variación a lo largo de la historia; en la actualidad la síntesis elástica con agujas de Kirschner, ya sea longitudinal o transversalmente con relación al metacarpiano, o bien la síntesis rígida con placas y tornillos, son las más usadas^{2,4,7}. La síntesis rígida presenta varias ventajas (*a priori*):

1. Permite un mejor control de la reducción.
2. Si la síntesis es sólida, podemos iniciar la movilización de forma precoz, disminuyendo así el edema y la inflamación e intentando evitar la tan temida rigidez, y sin miedo a perder reducción. Esto es más difícil de conseguir cuando se utilizan agujas⁸. Sin embargo, la reducción abier-

Tabla 1. Complicaciones

	Complicaciones mayores (%)	Complicaciones menores (%)
Pacientes tratados con ORIF (16)	0	1 (6%)
Pacientes tratados con agujas de Kirschner (4)	3 (75%)	2 (50%)

ORIF: reducción abierta y fijación interna.

ta y la síntesis rígida no son la panacea en cuanto al tratamiento de estas lesiones. En la literatura hay recogidos numerosos estudios que hablan de las complicaciones asociadas a esta cirugía y todos concluyen que la evolución final va a depender del estado de las partes blandas, nuestra meticulosidad quirúrgica y, en menor medida, del diseño y tipo de la placa^{1,2,9-11}.

Debido a estas razones decidimos realizar este estudio retrospectivo analizando nuestra pauta de tratamiento ante estas fracturas tan frecuentes en nuestro medio.

Los metacarpianos, en función del lugar que ocupen en la mano, presentan un mayor o menor rango de movilidad. Así, el segundo y tercer metacarpianos, articulados con el trapecoide y con el grande respectivamente, tienen menor movilidad que el cuarto y el quinto metacarpianos que se articulan con el hueso ganchoso. Esto repercute en la angulación límite aceptada tras la reducción de una fractura. Para el segundo y tercer metacarpianos se considera límite una angulación máxima de entre 10° a 15°. Sin embargo, en el caso del cuarto y quinto es válida una angulación hasta de 30°-35° (fig. 7)^{2,12}.

En cuanto al tipo de implante, la síntesis con placas de bajo perfil (2 mm) minimiza la interacción con los tejidos vecinos, sin embargo, pierde en solidez. El hecho de que sean de titanio las hace menos rígidas, con menor módulo de elasticidad, por lo que tienen menor efecto protector de cargas (*stress-shielding*). En ningún caso hemos usado implantes de acero inoxidable. No se apreciaron complicaciones directamente achacables al tipo de material usado como refieren algunos autores en sus series^{1,13}. Un nuevo tipo de

implante, miniplacas y tornillos de 1,5 y 2 mm reabsorbibles, puede representar el futuro en la síntesis de fracturas de falanges y metacarpianos. En un estudio preliminar *in vitro*, Bozic et al¹⁴ evaluaron biomecánicamente placas y tornillos de poli L/DL láctido 70/30 comparándolas a nivel de fuerza y rigidez con las placas y tornillos convencionales de titanio. Concluyeron que estos implantes biorreabsorbibles mantenían una fuerza y resistencia a la deformación estables durante 8 semanas, y que a partir de este punto estos parámetros se debilitaban hasta las 12 semanas llegando a romperse. Waris et al^{15,16} realizan un estudio biomecánico comparando estos tornillos y placas reabsorbibles con los tradicionales de titanio, concluyendo que los primeros tienen una fuerza y resistencia similar a los convencionales. En un segundo estudio, *in vivo*, con tres casos de fracturas de metacarpianos tratadas con este implante, con un seguimiento entre 12 y 20 meses, las fracturas consolidaron sin problemas. El material no causó ninguna reacción a cuerpo extraño y se mostró biocompatible en todo momento. Concluye que este nuevo sistema de fijación es la alternativa a los implantes tradicionales en la cirugía de la mano y que disminuye la necesidad y el coste que supone la retirada del material. Otra novedad en la síntesis de metacarpianos con placas y tornillos es el estudio de Dona et al¹⁷ donde se postula que no supone ninguna ventaja biomecánica estadísticamente significativa el hecho de utilizar tornillos bicorticales en vez de unicorticales a la hora de colocar una placa en las fracturas de metas, contrariamente a las doctrinas de la AO.

En nuestra serie no hemos utilizado ningún fijador externo. Pennig et al¹⁸ presentan una serie de fracturas de me-



Figura 7. A) Fractura de cuarto metacarpiano con superficie de contacto entre fragmentos menor del 50%. B) Tratamiento quirúrgico.

tacarpianos tratadas con minifijador externo durante 5,5 semanas. Las indicaciones fueron fracturas conminutas de metacarpianos y falanges, lesiones importantes de partes blandas y fracturas abiertas. La razón de esta técnica percutánea es evitar la desvitalización de tejidos y la agresividad que supone un abordaje abierto, así como evitar alterar el recorrido tendinoso extensor. Una vez colocado el fijador, comienza un tratamiento rehabilitador intensivo, logrando una movilidad completa en el 90% de los casos.

Nuestra pauta de tratamiento rehabilitador incluye el uso del catéter axilar en colaboración con el servicio de Anestesia, para comenzar a movilizar de forma intensiva desde las primeras 48 horas. Eso provocará directamente una disminución en el edema y la inflamación, lo que repercutirá en la movilidad final. Para ello, la síntesis debe ser muy estable. Dicho programa rehabilitador no pudo ser seguido en aquellos pacientes sintetizados únicamente con agujas de Kirschner, en los que además de inmovilizarlos convenientemente, se tuvo que esperar un tiempo no inferior a 3 semanas para comenzar la movilización. En la literatura revisada, hay estudios que comparan el uso de bupivacaína en bolo o bien en perfusión continua, concluyendo que no hay diferencia significativa en usar uno u otro modo¹⁹. Otros utilizan el bloqueo del plexo interescaénico para la cirugía de la mano²⁰. En todos los casos se concluye que este tipo de analgesia postoperatoria es un método eficaz y seguro y con un bajo índice de complicaciones¹⁹. No se apreció ningún efecto colateral ya sea a nivel cardiológico o sensitivo-motor relacionado con el uso de esta técnica anestésica-analgésica.

Nuestro porcentaje de complicaciones (25% de pacientes y 30% de fracturas) es similar a otros estudios^{7,12,21}. El dato determinante para ensombrecer el pronóstico es la presencia de una mano traumática grave con una importante lesión de partes blandas que además asocia fracturas de falanges en la misma mano²². Todos los pacientes englobados en este último grupo presentan regulares o malos resultados y alguna complicación. Ouellette¹¹ tiene un 57% de complicaciones en 51 pacientes, pero ellos en su estudio incluyen las fracturas de falanges asociadas que, al igual que en nuestra serie, ensombrece el resultado final. Otros como Bosscha y Snellen⁴ presentaron un estudio que incluía las lesiones en las falanges obteniendo un resultado excelente en 35 de sus 38 pacientes. Autores como Dabezies²³ o Fusetti²¹ no las incluyen en sus series y a pesar de ello el porcentaje de complicaciones es del 0% y del 35%, respectivamente. Coincidimos plenamente con Duncan²⁴ que afirma que las fracturas de falanges asociadas así como la severidad de las lesiones de las partes blandas, independientemente del método de síntesis usado, asocian peores resultados.

En cuanto a pseudoartrosis, no se registró ningún caso en nuestra serie, sin embargo en la de Fusetti²¹ es la complicación principal que afectó al 35% de los pacientes de su estudio, y otros ni siquiera nombran esta posibilidad. Lo

mismo ocurre con el malalineamiento o consolidaciones viciosas de las fracturas. Lester²⁵ concluye en su serie que se obtienen mejores resultados tratando estas secuelas lo antes posible, de forma subaguda, en lugar de optar por un tratamiento rehabilitador inicial seguido de un proceso reconstructivo en un segundo tiempo.

Meunier et al²⁶ describen la consecuencia del acortamiento de los metacarpianos tras una fractura sobre la función de la musculatura interósea de la mano. Su estudio revela que con un acortamiento metacarpal de 2 mm, la musculatura pierde un 8% de su fuerza, y con 10 mm el déficit llega al 55%.

Pensamos que la síntesis a realizar no sólo va a depender del tipo de fractura. El estado de las partes blandas y las lesiones asociadas, principalmente las fracturas de falanges, también la condicionan e influyen directamente sobre el resultado final. Una movilización precoz sobre un montaje sólido es la conducta que asocia los mejores resultados, minimizando la rigidez articular y las adherencias tendinosas. Como dice Pennig¹⁸ «la mejor forma de hacer que una mano funcione, es ponerla a funcionar lo antes posible». El uso del catéter axilar, tanto como técnica anestésica y analgésica en el postoperatorio, es un método seguro y eficaz y con un bajo índice de complicaciones. No descartamos ningún tipo de síntesis *a priori* pero preferimos la rígida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Page SM, Stern PJ. Complications and range of motion following plate fixation of metacarpal and phalangeal fractures. *J Hand Surg.* 1998;23A:827-32.
2. Stern PJ. Management of fractures of the hand over the last 25 years. *J Hand Surg Am.* 2000;25A:817-23.
3. Nicolás Ros J, Rojo Ortiz JJ, Albadalejo Mora F, Galián Canovas A. Tratamiento ortopédico funcional de las fracturas del tercio distal del quinto metacarpiano. *Rev Ortop Traumatol.* 1996;41 Suppl 1:64-72.
4. Bosscha K, Snellen JP. Internal fixation of metacarpal and phalangeal fractures with AO minifragment screws and plates: A prospective study. *Injury* 1993;24:166-8.
5. Brennwald J. Fracture healing in the hand. A brief update. *Clin Orthop.* 1996;327:9-11.
6. Diao E. Metacarpal fixation. *Hand Clin.* 1997;13:557-71.
7. Kozin S, Thoder J, Lieberman G. Operative treatment of metacarpal and phalangeal fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8:111-21.
8. González MH, Jaram CM, Hall RF Jr. Flexible intramedullary nailing for metacarpal fractures. *J Hand Surg Am.* 1995; 20A:382-7.
9. Prevel CD, Eppley BL, Jackson JR, MJoore K, McCarty M, Sood R, et al. Mini and micro plating of phalangeal and metacarpal fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg Am.* 1995; 20A:44-9.
10. Paul AS, Kurdy NM, Kay PR. Fixation of closed metacarpal shaft fractures. *Acta Orthop Scand.* 1994;65:427-9.
11. Oulette EA, Freeland AE. Use of minicondilar plate in metacarpal and phalangeal fractures. *Clin Orthop.* 1996;327:38-46.

12. Chen SH, Wei FC, Chen HC, Chuang CC, Noordhoff S. Miniature plates and screws in acute complex hand injury. *J Trauma*. 1994;37:237-42.
13. Page S, Stern PJ. Complications and range of motion following plate fixation of metacarpal and phalangeal fractures. *J Hand Surg Am*. 1998;23A:827-32.
14. Bozic KJ, Pérez LE, Wilson DR, Fitzgibbons PG, Jupiter JB. Mechanical testing of bioresorbable implants for use in metacarpal fracture fixation. *J Hand Surg Am*. 2001;26A:755-61.
15. Waris E, Ashammakhi N, Raatikainen T, Törmälä P, Santavirta S, Kontinen S. Self-reinforced bioabsorbable versus metallic fixation systems for metacarpal and phalangeal fractures: A biomechanical study. *J Hand Surg Am*. 2002;27A:902-9.
16. Waris E, Harpf C, Ninkovic M, Ashammakhi N. Self-reinforced bioabsorbable miniplates for skeletal fixation in complex hand injury: A three cases report. *J Hand Surg Am*. 2004;29A:452-7.
17. Dona E, Gillies RM, Gianoutsos MP, Walsh WR. Plating of metacarpal fractures: Unicortical o bicortical screws? *J Hand Surg Br*. 2004;29B:216-9.
18. Pennig D, Gausepohl T, Mader K, Wulke A. The use of minimally invasive fixation in fractures of the hand. The minifixator concept. *Injury*. 2000;31:102-12.
19. Malawer MM, Buch R, Kurhana JS, Orth TG, Rice L. Postoperative infusional continuous regional analgesia. A technique for relief of postoperative pain following major extremity surgery. *Clin Orthop*. 1991;266:227-37.
20. Hoffman-Kiefer K, Herbrich C, Seebauer A, Schwender B, Peter K. Ropivacaine 7,5 mg/ml versus bupivacaine 5 mg/ml for interscalene plexus brachial block. A comparative study. *Anaesthesia*. 2002;30:231-7.
21. Fusetti C, Meyer H, Borisch N, Stern R, Santa DD, Papalozos M. Complications of plate fixations in metacarpal fractures. *J Trauma*. 2002;52:535-9.
22. Vallina García V. Tratamiento de los traumatismos abiertos de la mano en los mineros. *Rev Ortop Traumatol*. 2001;5: 356-67.
23. Dabezies EJ, Schutte JP. Fixation of the metacarpal and phalangeal fractures with miniature plates and screws. *J Hand Surg Am*. 1986;11A:283-8.
24. Duncan RW, Freeland AE, Jabaley ME, Meidrech EF. Open hand fractures: an analysis of the recovery of active motions and complications. *J Hand Surg Am*. 1993;18A:387-94.
25. Lester B, Mallik A. Impending malunions of the hand. Treatment of subacute, malaligned fractures. *Clin Orthop*. 1996; 327:55-62.
26. Meunier MJ, Hentzen E, Ryan M, Shin AY, Lieber R. Predicted effects of metacarpal shortening in interosseus muscle function. *J Hand Surg Am*. 2004;29A:689-93.

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. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.