

Copyright © The Journal of Bone and Joint Surgery, Inc. Todos los derechos reservados. Para obtener permiso para volver a utilizar este artículo en forma parcial o total, contáctese con rights@jbjs.org.

Esta traducción ha sido provista por terceras partes. El texto fuente incluye terminología médica que puede ser difícil de traducir con exactitud. Si tiene alguna pregunta relacionada con la exactitud de la información contenida en la traducción, por favor refiérase a la versión en inglés, que es el texto oficial, en www.jbjs.org o en su versión impresa. Si detecta problemas o errores en esta traducción, por favor contáctese con The Journal en mail@jbjs.org.

RESEÑA SOBRE CONCEPTOS ACTUALES

Tratamiento de las fracturas distales de radio

Por Neal C. Chen, MD y Jesse B. Jupiter, MD

- La población mayor continúa creciendo y, al mismo tiempo, lleva una vida más activa; en consecuencia, es previsible que aumente la incidencia de fracturas distales de radio.
- No hay ninguna prueba clínica de nivel I que indique una modalidad superior para el tratamiento de las fracturas distales de radio.
- La carilla articular del semilunar tiene una extensión palmar considerable en la porción distal del pronador cuadrado y, posteriormente, cumple una función importante en la patomecánica y la estabilidad de la fractura.
- Se ha recurrido con éxito a la aplicación de una placa volar con fijación angular estable en una serie de estudios de cohorte, pero se debe examinar este tratamiento en estudios rigurosos para determinar si ofrece algún beneficio respecto de otras modalidades terapéuticas.
- La irritación del flexor largo del pulgar y de los tendones extensores son posibles complicaciones de la fijación con una placa volar bloqueada.

Hay renovado interés por una de las lesiones más comunes del sistema musculoesquelético: la fractura distal del radio. La bibliografía de los dos últimos siglos había llevado a algunos a creer, incluso, que la fractura distal del radio era un problema resuelto. Por el contrario, ahora observamos un notorio giro hacia la fijación interna estable, que es promocionada por algunos autores como el tratamiento de elección contra todas las fracturas, excepto las más estables y alineadas. En la actualidad, la asistencia excesiva a cursos de instrucción, simposios y cursos de capacitación en todo el mundo atestiguan estas perspectivas cambiantes.

Resulta sorprendente que, pese a este enérgico impulso hacia la fijación interna, no haya ninguna prueba convincente que avale este enfoque en la bibliografía contemporánea. ¿A qué podemos atribuir este cambio sustancial en el tratamiento de la fractura distal del radio? En esta reseña, intentaremos responder esta pregunta investigando en profundidad una serie de factores contribuyentes, por ejemplo, patrones epidemiológicos cambiantes; conocimiento cada vez mayor del mecanismo de lesión; desarrollo de mejores técnicas de estudio por imágenes; nuevos diseños de placas, sobre todo los caracterizadas por fijación con tornillos bloqueados; y

repercusión de las evaluaciones de resultados calificadas por el paciente.

Alcance de la repercusión

Nuestro conocimiento básico acerca de la epidemiología de la fractura distal del radio y su relación con la salud general está madurando. Los autores de un estudio epidemiológico, prospectivo, multicéntrico estimaron que la incidencia de fracturas distales de radio era de 36,8/10.000 personas-años, en las mujeres, y de 9,0/10.000 personas-años, en los hombres mayores de treinta y cinco años de edad¹. El examen de una muestra del 5% de los datos de demandas a Medicare de 1986 a 1990 identificó 15.000 fracturas distales de antebrazo en una cohorte de 1,4 millones de personas². Como la expectativa de vida aumenta, es previsible que también lo haga la incidencia de fracturas distales de radio. Sobre la base de cálculos de riesgo actuarial a partir de datos de Medicare, se estimó que el riesgo de una mujer blanca de sufrir una fractura distal de antebrazo era del 6%, a los ochenta años de edad, y del 9%, a los noventa años².

Las fracturas distales de radio parecen tener una distribución bimodal, con un grupo más joven que sufre traumatismo de energía relativamente alta de la extremidad superior y un grupo anciano que sufre tanto lesiones de alta energía como fracturas por insuficiencia. Gracias a nuevas investigaciones, se ha enriquecido nuestro conocimiento de este segundo grupo. Según los datos del Censo 2000 de los Estados Unidos (*2000 United States Census*), los individuos de sesenta y cinco años o más representan el 12% de la población de este país. Se prevé que este porcentaje aumente a casi el 20%, lo que representaría 70 millones de ciudadanos en 2030³. Junto con el crecimiento de la población anciana, hay una tendencia a que más individuos de este segmento etario lleven vidas más saludables y más activas⁴.

En una gran cohorte de pacientes, la mortalidad de las personas que habían presentado una fractura distal del radio era igual o inferior a la de la población local. Este resultado puede interpretarse de la siguiente manera: los individuos que sufren una fractura distal de radio son más activos y más sanos que sus homólogos comparables por edad⁵. La autopercepción de los ancianos desempeña un papel importante en esta mayor actividad. Muchos ancianos consideran que gozan de buena salud y no están incapacitados^{4,6}. Además, está aumentando la proporción de ciudadanos mayores que viven independientemente. Un informe de la Oficina de Censos de los Estados Unidos (*United States Census Bureau*) comunicó que el 23% de las personas de sesenta y cinco a setenta y cuatro años de edad, y el 41% de los mayores de setenta y cinco vivían solos⁷.

Asimismo, la fractura distal de radio suele relacionarse con baja densidad mineral ósea. Algunos estudios recientes han definido con mayor claridad nuestros conocimientos previos sobre este vínculo, en especial la relación de una fractura de muñeca previa con fracturas osteoporóticas posteriores en otras localizaciones⁸⁻¹⁰. En las mujeres, el riesgo de una fractura de cadera aumenta de 1,4 a 1,8 veces si sufrieron una fractura de muñeca previa. En los hombres mayores, el riesgo de fractura de cadera aumenta de 2,3 a 2,7 veces^{8,11}. Varios estudios han demostrado aumento de la mortalidad después de fractura de cadera¹²⁻¹⁴. En una veta similar, algunos han postulado que la fractura distal de radio en un paciente osteoporótico podría relacionarse con menor supervivencia. Un estudio que demostró mayor mortalidad en una pequeña cohorte de pacientes, mayores de sesenta y cinco años de edad, que sufrieron una fractura distal de radio, avala la existencia de una subpoblación de este tipo¹⁵. Estos pacientes tenían, en promedio, más de tres comorbilidades, y dos de las tres más frecuentes eran musculoesqueléticas y cardíacas. Así, aunque muchos individuos mayores llevan vidas más activas, la alta prevalencia de osteopenia y osteoporosis expone a este segmento poblacional a un riesgo particularmente alto de fractura distal de radio.

Con los ancianos activos de hoy en día, es esperable que se produzcan tanto lesiones de alta energía como fracturas por insuficiencia, y la presencia de osteopenia u osteoporosis franca relacionada con la edad confundirá los resultados del tratamiento. Cabe prever que la repercusión de las fracturas distales de radio en la sociedad aumentará con el tiempo; en consecuencia, ha surgido considerable interés científico, clínico y económico por el tratamiento de estas fracturas.

Conocimiento de la lesión

Parte de la tendencia a la fijación interna se debe al mejor conocimiento de la anatomía estructural de la parte distal del radio, y la cinemática de la muñeca y la articulación radiocubital inferior. Además, un mayor conocimiento de los tipos de lesión está llevando al tratamiento basado en las características específicas de cada lesión.

Los estudios tradicionales hacían hincapié en parámetros cuantitativos que definen una reducción aceptable de una fractura distal de radio. En 1951, Gartland y Werley comunicaron un estudio de reparos

anatómicos sobre la evaluación de fracturas de Colles consolidadas, que destacaba el restablecimiento de la inclinación palmar a 11° y la inclinación radial a 23° para “compensar adecuadamente la pérdida de la corrección que sobrevendrá” cuando las fracturas de Colles se tratan a cielo cerrado¹⁶. Definieron una fractura de Colles como una fractura metafisaria de la parte distal del radio con desplazamiento dorsal, con compromiso articular o sin éste. Las fracturas que se fijaban tendían a relacionarse con un peor resultado funcional. Según un estudio posterior de fracturas distales de radio, que comparó las mal consolidadas con las consolidadas desde el punto de vista anatómico, la fuerza de prensión, la amplitud de movimiento y la capacidad para realizar actividades de la vida cotidiana eran significativamente peores ($p < 0,05$) en los pacientes con angulación dorsal $>12^\circ$ que en aquellos con angulación dorsal $\leq 10^\circ$ ¹⁷.

Se han llevado a cabo estudios biomecánicos de malas consolidaciones simuladas de la parte distal del radio para intentar explicar por qué estos parámetros tienen importancia clínica. Estudios de cadáveres han demostrado un aumento de las superficies y las presiones de contacto radiocarpianas con acortamiento radial, migración cubitodorsal de las presiones de contacto con mayor inclinación dorsal; y cambios del centro instantáneo de rotación durante la pronación y la supinación, con cambios de la altura, la inclinación y la angulación dorsal del radio¹⁸⁻²⁰. En el pasado, los principios del tratamiento de las fracturas radiales distales se orientaban a restablecer estos parámetros, y muchas evaluaciones de resultados calificadas por el médico consideran mucho la recuperación de la alineación general. Las investigaciones contemporáneas se han concentrado con mayor profundidad en el mecanismo de la fractura y su relación con diversos tipos de lesión articular, la repercusión de la fractura sobre la cinemática del carpo y la función de la articulación radiocubital inferior, y la biomecánica de la fijación angular estable²¹⁻²⁶.

Estabilidad radiocarpiana

Mediante investigaciones biomecánicas se ha observado cómo se producen las fracturas y su relación con lesiones de los ligamentos intercarpianos. Un estudio cadavérico²¹, en el que se aplicó una carga de hiperextensión a la parte distal del radio, demostró la siguiente secuencia de eventos: (1) se observa tensión de los tendones flexores, lo que determina mayor presión sobre el carpo; (2) los ligamentos radiocarpiano y cubitocarpiano palmares, y distintos ligamentos intercarpianos, sufren tensión y ruptura; (3) hay choque dorsal del carpo con la superficie articular radial; y (4) la cara dorsal de la metáfisis alcanza su carga de fluencia y se fractura. Otro resultado fue que el escafoides choca con el carpo, sobre todo en hiperextensión, pero puede haber una considerable carga sobre la carilla articular del semilunar (Fig. 1). En veintiocho de cuarenta cadáveres, los investigadores detectaron una serie de lesiones de ligamentos intercarpianos, así como diferentes tipos de fractura intraarticular secundarias, en parte, al impacto diferencial del escafoides y el semilunar durante la hiperextensión.

Estos resultados deben ser interpretados con cautela. Como el mecanismo de lesión se produce a través de la articulación radioescafoidea, esta articulación no es, necesariamente, la que más contribuye a la estabilidad. Estudios *in vitro* previos indicaron que el contacto radioescafoideo es mayor que el contacto radiosemilunar¹⁸, pero estudios *in vivo* posteriores señalaron que la articulación radiosemilunar acepta un mayor grado de contacto del que se había reconocido antes²⁷.

Este renovado énfasis en la importancia de la articulación radiosemilunar coincide con el desarrollo de un concepto estructural que postula que la parte distal del radio consiste en una columna medial, una intermedia y una lateral (Figs. 2-A y 2-B)²⁸. Esta teoría destaca que (1) la columna lateral, o radial, es un refuerzo óseo para el carpo y un punto de inserción para los ligamentos intracapsulares; (2) la columna intermedia participa en la transmisión de carga primaria; y (3) la columna medial, o cubital, sirve de eje para la rotación del antebrazo y la muñeca, así como de pilar para la transmisión de carga secundaria.

Los fracasos clínicos de la fijación con placa volar de la parte distal del radio también han aportado cierto conocimiento sobre las sutilezas de la anatomía radial distal²⁹. La superficie palmar de la parte distal del radio es plana hasta el extremo distal del pronador cuadrado, donde el reborde inferior del radio es más anterior en la región de la apófisis estiloides radial y la carilla articular del semilunar (Fig. 3)³⁰. Dadas las dificultades de sostener los fragmentos muy distales de la carilla articular del semilunar, se han modificado los diseños de una serie de placas volares de bloqueo para el tratamiento de algunas fracturas.

Cinemática del carpo

Todavía no se ha esclarecido por qué aparece artritis radiocarpiana postraumática en algunos pacientes y en otros no. Se ha aceptado que la incongruencia intraarticular residual es un factor predictivo de la aparición de artritis radiográficamente evidente³¹. Sin embargo, estudios con seguimientos de siete y quince años de duración de

pacientes con fractura intraarticular han demostrado que la función está bien preservada, según criterios de valoración validados, pese a datos radiográficos de alteraciones artríticas^{32,33}.

La alineación del carpo respecto de la superficie articular radial distal después de la consolidación también puede ser un factor importante para los resultados del tratamiento de las fracturas distales de radio³². En un estudio prospectivo de fracturas distales de radio tratadas mediante reducción a cielo cerrado, fijación externa o reducción a cielo abierto y fijación interna, los autores observaron que la alineación del carpo —el desplazamiento del hueso grande respecto del eje longitudinal del radio— era el factor predictivo más importante de función. Es probable que el interjuego entre cinemática y alineación longitudinal del carpo ejerza una influencia importante sobre la evolución de las fracturas.

Otro posible factor que contribuye a la alteración de la cinemática radiocarpiana es la lesión de ligamentos intercarpianos. En un estudio que aplicó una fuerza de hiperextensión a sesenta y tres muñecas cadavéricas hasta provocar una fractura distal del radio, se produjo una lesión del complejo del fibrocartílago triangular (ligamento triangular) en el 63% (cuarenta) de los especímenes, una lesión del ligamento interóseo escafosemilunar en el 32% (veinte) y una lesión del ligamento semilunar-piramidal en el 17% (once)²¹. Estas observaciones *in vitro* han sido validadas desde el punto de vista clínico: se suelen observar desgarros del ligamento escafosemilunar, el ligamento semilunar-piramidal y el complejo del fibrocartílago triangular durante la reducción asistida por artroscopia y la fijación interna de fracturas distales de radio^{34,35}.

A medida que ha avanzado nuestro conocimiento de la cinemática carpiana, se ha vuelto evidente que los huesos del carpo interactúan según un patrón complejo e intrincado, y se ha sugerido que esta cinemática puede ser alterada por inclinación articular, mala alineación radiocarpiana o lesión de ligamentos intercarpianos. El reconocimiento de estos factores es otra explicación para la creciente tendencia al tratamiento quirúrgico de fracturas desplazadas.

Articulación radiocubital inferior

Los problemas relacionados con la articulación radiocubital inferior se pueden manifestar por inestabilidad, incongruencia o artrosis tardía. Hay estudios que indican una correlación estadística entre inestabilidad de la articulación radiocubital inferior y peores resultados clínicos^{36,37}. Modelos *in vitro* han demostrado que la deformidad radial afecta la articulación radiocubital inferior³⁸. El aumento de la angulación dorsal determina mayor torsión, sobre todo en la supinación y la pronación extremas. Además, se produce un desplazamiento de 5,5 mm del centro instantáneo de rotación cuando el radio se acorta 5 mm. Los investigadores que utilizaron modelos computarizados basados en estos datos estimaron que la tensión en el fibrocartílago triangular aumentaba del 11% al 13% con el acortamiento radial²⁰. Otro estudio *in vitro* demostró que incrementos de la mala angulación dorsal de la parte distal del radio provocan incongruencia progresiva de la articulación radiocubital inferior y tensión de la membrana interósea³⁹. Sin embargo, un estudio *in vivo* no demostró el mismo cambio del eje de rotación en caso de pseudoartrosis⁴⁰. La función de los estabilizadores de partes blandas que rodean la articulación radiocubital inferior y su adelgazamiento o contractura con el tiempo pueden explicar esta discrepancia. Por lo general, los modelos biomecánicos no incorporan estas alteraciones de las partes blandas.

Si bien todavía no hay aval de datos científicos adecuados, muchos han comprobado desde el punto de vista clínico que la inestabilidad de la articulación radiocubital inferior es infrecuente cuando la fractura radial ha sido reducida anatómicamente y fijada con una placa estable. Cuando se seccionó la membrana interósea en un modelo cadavérico, se observó compromiso de la estabilidad de la articulación radiocubital inferior⁴¹. Algunos consideran que la articulación radiocubital inferior presenta inestabilidad sólo cuando hay lesión de la parte distal de la membrana interósea⁴². Se requieren futuras investigaciones para determinar cuánto influye esta lesión en el resultado del tratamiento de una fractura distal de radio.

Estudios por imágenes

El mejor conocimiento de la morfología de las fracturas distales de radio intraarticulares desplazadas ha sido una consecuencia directa de las técnicas de estudios por imágenes más modernas. Las radiografías oblicuas convencionales definen con mayor claridad la carilla articular dorsal del semilunar, mientras que el ángulo palmar de la lágrima puede alertar al cirujano sobre el desplazamiento rotatorio de la carilla articular palmar de este hueso⁴³. El ángulo palmar de la lágrima está formado por la intersección del eje central de la diáfisis radial y una línea que atraviesa el eje central la lágrima. Por lo general, este ángulo mide 70°. Cuando hay lesión de las superficies articulares palmar y dorsal durante la carga axial, se hiperextiende el reborde palmar, lo que disminuye este ángulo.

Estas proyecciones radiográficas oblicuas, así como las tomografías computarizadas y las reconstrucciones por tomografía computarizada tridimensional, han tenido una repercusión importante en la toma de decisiones, con un desplazamiento a la intervención creativa y la fijación interna con placa, sobre todo si hay rotación del carilla articular palmar del semilunar (Figs. 4-A y 4-B)⁴⁴⁻⁴⁶. Cuando cuatro observadores independientes revisaron treinta fracturas intraarticulares diferentes en dos ocasiones distintas, el agregado de una tomografía computarizada y una reconstrucción por tomografía computarizada tridimensional a las radiografías convencionales instó a los observadores a recomendar tratamiento quirúrgico en el 50% de los casos²³. Si bien la tomografía computarizada es costosa y, por cierto, no se practica de rutina en la práctica general, se ha vuelto más asequible y difundida. En el futuro, los cirujanos ortopédicos posiblemente se den cuenta de que los estudios por imágenes avanzados los alientan más a intervenir quirúrgicamente en las fracturas distales de radio.

Fijación angular estable de la fractura distal de radio

Desde hace tiempo, se ha reconocido que hay una correlación entre el resultado funcional después de una fractura distal de radio y el restablecimiento de las relaciones tanto radiocarpianas como radiocubital^{24,31}. Lo que ha sido menos predecible está relacionado con el mantenimiento de la reducción de fracturas de hueso osteopénico o de fracturas consideradas inestables. El desarrollo de técnicas de fijación angular estable mediante implantes diseñados específicamente para la anatomía del extremo distal del radio mejora, en teoría, nuestra capacidad de manejar estos problemas (Figs. de 5-A a 5-D).

Los aspectos importantes de la fijación angular estable son: (1) no se logra estabilidad creando fricción entre la placa y el hueso, como en la fijación tradicional con tornillo y placa, sino más bien permitiendo el puenteo mecánico del hueso y el soporte de carga a través de la estructura tornillo-placa bloqueada; (2) los tornillos con cabeza bloqueante no dependen de la rosca en el hueso para el agarre; y (3) los tornillos que se bloquean en la placa impiden el aflojamiento dentro del implante, de manera que sólo habrá fracaso precoz de la fijación con un implante angular estable si toda la estructura tornillo-placa se sale del hueso o si fracasa el material del implante²⁵.

En realidad, el concepto de fijación angular estable de fracturas distales de radio no es nuevo, pues una serie de implantes diferentes empleados en las últimas dos décadas se han valido de esta tecnología²⁶. El entusiasmo contemporáneo por la aplicación de estos implantes se puede atribuir, en parte, a la fijación angular estable pero, quizá más, al reconocimiento de que las fracturas más prevalentes con desplazamiento dorsal se pueden fijar internamente desde el lado palmar.

Los beneficios teóricos de la fijación con placa volar, sobre todo para las fracturas con desplazamiento dorsal más simples, son (1) facilidad de la reducción anatómica, pues la cortical palmar suele estar menos conminuta que el lado dorsal de la lesión, (2) recuperación precoz de la función de la mano y el miembro superior, (3) menor frecuencia y duración de la terapia ocupacional formal, (4) posiblemente menor dolor global, (5) menor riesgo de desplazamiento y (6) posible ahorro de costos por menor necesidad de radiografías^{47,48}. Muchos de estos beneficios provendrían de la estabilidad inherente de la estructura placa-tornillo de ángulo fijo.

Estudios biomecánicos han destacado la necesidad de colocar los tornillos o tarugos más distales inmediatamente por debajo del hueso subcondral de la superficie articular, para lograr el máximo beneficio de la fijación con placas volares de ángulo fijo. En un modelo cadavérico, cuando se colocó el tornillo de fijación distal 4 mm por encima del hueso subcondral, el desplazamiento de la fractura con la carga cíclica de los especímenes se duplicó, y la rigidez ante carga hasta el fracaso se redujo a la mitad⁴⁹.

En la actualidad, se producen más de treinta implantes de diseño diferente en todo el mundo. La popularidad cada vez mayor de la fijación interna ha originado varias opciones con respecto al material, el contorno y la forma de la placa; características de bloqueo y falta de bloqueo; y costo. Se estima que los costos médicos por fracturas distales de radio son de US\$ 2000 millones, y esto se asocia con un mercado de US\$ 250 millones en dispositivos médicos destinados al tratamiento de estas lesiones⁵⁰. Una gran proporción de este costo se debe al hecho de que la fijación con placas volares bloqueadas implica crear orificios roscados en la placa y cabezas de tornillo roscadas que se adapten a éstos. Esta industria en rápida evolución requiere un cuidadoso examen, pues estos cambios están basados en una cantidad limitada de signos clínicos rigurosos. Se siguen publicando series de casos que documentan estas nuevas tecnologías y representan posibles tendencias en el futuro; sin embargo, se requieren pruebas de nivel I y II para delinear los verdaderos beneficios que estas nuevas tecnologías y sus costos adicionales proporcionan a los pacientes.

Criterios de valoración

En la última década, un cambio filosófico intencional y profundo de la ortopedia ha reorientado los parámetros de evaluación hacia los informes del propio paciente sobre los resultados del tratamiento. A fines de la década de 1980 y principios de la de 1990, se creó una encuesta de salud global, denominada Formulario corto 36 (*Short Form-36, SF-36*) para reunir grandes grupos transversales de datos normativos con los que se pudieran efectuar comparaciones⁵¹. Si bien esta escala apunta a medir la salud general y la enfermedad crónica, parece tener cierta validez para evaluar lesiones de muñeca. El SF-36 consiste en subescalas que evalúan función física, dolor corporal, funcionamiento social y otros componentes de salud general. Un estudio mostró que los dominios de función física y salud mental eran índices sensibles tres meses después del tratamiento de fracturas de Colles mediante reducción a cielo cerrado⁵². Un estudio posterior demostró que las puntuaciones sintetizadas del componente físico y el componente mental eran significativamente más bajas ($p < 0,01$) en los pacientes que presentaban desplazamiento intraarticular de ≥ 1 mm en las radiografías más recientes⁵³. Es probable que los resultados del último estudio reflejen la aparición de artrosis de muñeca, dado que las radiografías más recientes se practicaron alrededor de dos años después de la lesión.

Se han desarrollado otras evaluaciones calificadas por el paciente. El cuestionario de Discapacidades del brazo, el hombro y la mano (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand, DASH*) está destinado a evaluar los resultados en la extremidad superior, y la Evaluación de muñeca calificada por el paciente (*Patient-Rated Wrist Evaluation, PRWE*) apunta a trastornos de la muñeca^{54,55}. Recientemente, se han validado sistemas modificados de comunicación por el propio paciente como el QuickDASH y el QuickDASH visual^{56,57}. En una evaluación prospectiva de SF-36, DASH y PRWE, junto con parámetros de rendimiento físico estándares para evaluar recuperación después de fracturas distales de radio tratadas con diversos métodos, la PRWE resultó ser un parámetro más sensible que el DASH, y ambos índices eran más sensibles que el SF-36. Notablemente, las subescalas de función de la PRWE fueron las más sensibles entre el momento de la lesión inicial y el examen de control a los tres meses, y la fuerza de prensión fue el parámetro de rendimiento físico más sensible. Estudios independientes reafirmaron la relación entre fuerza de prensión y la PRWE⁵⁸.

Hay advertencias importantes respecto de la interpretación de los resultados de las evaluaciones realizadas con estos sistemas. La lesión concomitante de la extremidad inferior puede confundir las puntuaciones DASH⁵⁹. La incapacidad de un paciente para alcanzar una puerta o para estabilizar el tronco y la cintura escapular puede incidir en los ítems del DASH, como girar una llave o llevar una bolsa de compras. Además, el dolor puede influir mucho en las puntuaciones del DASH y el SF-36⁶⁰. Cuando se aplica a trastornos del codo, el DASH, así como las puntuaciones de los componentes físico y mental del SF-36, mostraron correlación estadística ($p < 0,001$) con puntuaciones más altas de la subescala de dolor de la evaluación de Cirujanos de hombro y codo de los Estados Unidos (*American Shoulder and Elbow Surgeons, ASES*)⁶¹, que requiere sumar las calificaciones de dolor máximo, en reposo, cuando se levantan cosas, durante movimientos repetitivos y durante la noche⁶⁰.

También se han empleado parámetros de otros instrumentos no relacionados específicamente con la extremidad superior para evaluar los resultados después de una fractura distal de radio. El instrumento Escala de actividad física para ancianos (*Physical Activity Scale for the Elderly, PASE*) es un parámetro validado de actividad general y demanda funcional en un período de una semana. Este instrumento se basa en una regresión de una puntuación de componentes derivada de tres días de control de 277 adultos con una media de edad de setenta y cuatro años. La escala varía de 0 a 400, y una puntuación más alta indica mayor actividad⁶². El tratamiento mediante fijación interna de una fractura distal de radio en pacientes mayores de sesenta años se asoció con una puntuación media de la PASE de 177⁶³, en comparación con una media de 118 en una población de ancianos no lesionados⁶⁴.

El énfasis en los resultados calificados por el paciente refleja un cambio global respecto de la manera de evaluar los tratamientos quirúrgicos. En lugar de que los pacientes conozcan sus resultados sobre la base de la satisfacción del cirujano con un procedimiento, los cirujanos evalúan sus resultados en función de la satisfacción del paciente con éstos. En consecuencia, la salud general, la función del brazo y la muñeca, y el regreso a la actividad han reemplazado a los parámetros tradicionales, como fuerza y amplitud de movimiento. Los pacientes actuales, incluidos ancianos activos, están exigiendo resultados que restablezcan la función subjetiva de la muñeca y la mano antes de la lesión. Es discutible si estos nuevos criterios de valoración son indicadores más exactos y confiables que los sistemas de evaluación tradicionales.

Hay una creciente impresión de que, desde la perspectiva del paciente, la recuperación precoz de la independencia funcional puede ser la repercusión aislada más importante de la fijación interna de estas fracturas, si bien todavía se debe demostrar de manera reproducible en estudios de nivel I o II sobre el resultado de la

fijación con placa volar de fracturas extraarticulares simples. A los tres-seis meses de posoperatorio, quizá no haya ninguna diferencia importante entre los resultados de las modalidades terapéuticas. Se observó que esto era así en un estudio multicéntrico de Cassidy y otros, que utilizaron cemento implantable de *Skeletal Repair System* (SRS) (Norian, Cupertino, California) para fijación inmediata y recomendaron movilización dentro de los diez días; compararon los resultados con los de métodos alternativos, cuyo período de inmovilización mínimo era de seis semanas⁶⁵. Los pacientes tratados con cemento Norian SRS presentaron una mejoría significativa ($p < 0,05$) de sus puntuaciones SF-36 durante esas seis semanas críticas.

Comparaciones de tratamiento: ¿dónde están las pruebas?

Estudios prospectivos, aleatorizados, controlados

Una revisión de la base de datos Cochrane de estudios controlados, aleatorizados, hasta el año 2000, puso en evidencia que la mayoría de los estudios tenían deficiencias metodológicas⁶⁶. La mayoría de las series contaban con escaso número de pacientes, y, en consecuencia, era improbable que demostraran pruebas firmes para avalar una opción terapéutica respecto de otra. Una segunda crítica fue que la asignación de enmascaramiento —es decir, cegamiento de los evaluadores con respecto a qué grupo habían sido asignados aleatoriamente los pacientes— era deficiente en cuarenta y dos de cuarenta y cuatro denominados estudios aleatorizados. En consecuencia, es difícil extrapolar datos sólidos de los estudios disponibles antes de 2000. Pese a estas limitaciones, los autores del estudio Cochrane pudieron extraer una conclusión importante: los estudios incluidos en su revisión sistemática indicaron que la fijación externa y la fijación con clavijas percutáneas dan mejores resultados radiográficos y pueden tener mejores resultados funcionales que la inmovilización con yeso.

Considerando la calidad de la bibliografía existente, persisten cuatro interrogantes importantes: (1) ¿Es la fijación externa o la fijación con clavijas percutáneas una mejor intervención que el tratamiento a cielo cerrado, cuando se evalúa mediante criterios de valoración validados? (2) ¿Cuál es el resultado de la comparación entre reducción a cielo abierto y fijación interna, fijación externa y fijación con clavijas percutáneas o, incluso, reducción a cielo cerrado e inmovilización con yeso? (3) ¿Hay alguna técnica particular para cada modalidad terapéutica que dé mejores resultados? (4) Como los estudios más recientes tienen un máximo de sólo dos años de seguimiento, ¿peduran los resultados del tratamiento en el largo plazo?

Estudios controlados, aleatorizados, recientes han comenzado a esclarecer algunos de estos interrogantes. Una serie de ochenta y cinco pacientes aleatorizados de manera prospectiva a tratamiento mediante fijación externa de puenteo o reducción cerrada e inmovilización con yeso demostró puntuaciones funcionales de Gartland y Werley equivalentes en términos estadísticos después de siete años de seguimiento; sin embargo, los parámetros radiográficos fueron significativamente mejores en el grupo de fijación externa ($p < 0,001$)⁶⁷. Cuando se emplearon puntuaciones de valoración validadas para comparar la fijación externa abarcativa con reducción a cielo cerrado e inmovilización con yeso de fracturas distales de radio sin incongruencia articular en 113 pacientes, las puntuaciones de dolor corporal del SF-36 y las puntuaciones de Evaluación de la función musculoesquelética (*Musculoskeletal Function Assessment*, MFA) fueron mejores a los dos años con fijación externa, aunque estas tendencias no alcanzaron significación⁶⁸.

Un estudio de cincuenta y siete pacientes comunicó que los parámetros radiográficos después de la fijación con clavijas percutáneas eran significativamente mejores que después de la reducción a cielo cerrado ($p < 0,05$); en cambio, no se observaron diferencias en las puntuaciones del SF-36⁶⁹. En un estudio posterior, si bien la fijación externa aumentada y la fijación con clavijas percutáneas determinaron puntuaciones de valoración validadas y resultados funcionales al año similares, los pacientes tratados con fijación externa demostraron mejor congruencia articular en el seguimiento radiográfico⁷⁰.

En dos estudios canadienses, se comparó la reducción a cielo abierto y la fijación interna con la fijación externa de fracturas intraarticulares desplazadas, inestables. Uno de éstos fue un estudio prospectivo, aleatorizado, controlado, que comparó una fijación dorsal con placa pi, fijación externa con reducción limitada y fijación con clavijas, en sesenta y dos pacientes⁷¹. No hubo ninguna diferencia significativa de las puntuaciones DASH o SF-36; sin embargo, el grupo de placa pi presentó fuerza de presión significativamente menor y mayor número de complicaciones, sobre todo tendinitis y necesidad de extraer el material de osteosíntesis ($p = 0,004$). El otro estudio, prospectivo y aleatorizado, comparó la fijación externa con reducción indirecta y la fijación con clavijas percutáneas, con reducción a cielo abierto y fijación interna, en 179 pacientes⁷²; aunque las puntuaciones de MFA y SF-36 fueron equivalentes en términos estadísticos a los dos años en ambos grupos, la fijación externa determinó mejores resultados en el intervalo de seis meses. Los autores concluyeron en que, si es posible establecer congruencia articular a través de medios indirectos, la fijación externa puede ser preferible, debido a la

recuperación más precoz de la función. No queda claro cuándo se inició la terapia ocupacional para el grupo de fijación interna ni si este factor puede haber influido en los resultados del estudio.

Asimismo, los autores⁷² sostuvieron que, como las puntuaciones de valoración y los resultados funcionales parecen estables después de un año, no hay necesidad de prolongar el seguimiento a dos-cinco años. Aunque los resultados primarios pueden estabilizarse, es posible observar, en el futuro, complicaciones potenciales a mediano plazo de las técnicas con placa volar, como irritación del flexor largo del pulgar por los implantes o síndrome del túnel carpiano. Pese a las pruebas de que las puntuaciones de valoración validadas quizá no cambien después del año, el seguimiento a mediano plazo puede tener valor independiente, y es preciso que se siga practicando y comunicando.

Se están llevando a cabo estudios que comparan la fijación con placa volar bloqueada y la fijación externa, que pueden ayudar a distinguir si una placa volar bloqueada brinda beneficio adicional. Un estudio con control de casos, que comparó la utilización de una placa volar de ángulo fijo con fijación externa, en treinta y dos pacientes, demostró mejores resultados radiográficos en el grupo tratado con la placa ($p < 0,05$), pero ninguna diferencia en las puntuaciones DASH o PRWE⁷³.

A partir de estos estudios, se pueden efectuar las siguientes inferencias respecto de las placas: (1) la fijación externa aumentada con fijación mediante clavijas percutáneas determina mejores resultados radiográficos que la reducción a cielo cerrado o la fijación con clavijas percutáneas sola; (2) los resultados radiográficos y los resultados clínicos a dos años son comparables con fijación interna y fijación externa aumentada; y (3) como la fijación interna da resultados comparables a los de la fijación externa, es previsible que los resultados radiográficos sean mejores con fijación interna que con reducción a cielo cerrado o fijación con clavijas percutáneas. Si bien estos estudios han arrojado datos útiles, se requiere un gran estudio prospectivo, aleatorizado, controlado, a largo plazo, que emplee parámetros de valoración validados para comparar diferentes modalidades de tratamiento, con el fin de investigar la presunción de que la reducción anatómica estricta por reducción a cielo abierto y fijación con placa sosporta mejor la columna intermedia, mejora la mecánica del carpo y, en consecuencia, disminuye la artrosis radiocarpiana. Hasta que se complete ese estudio, hay escasas pruebas de nivel I para sugerir que alguna forma de fijación interna con una placa es superior a la fijación externa aumentada en la mayoría de las fracturas extraarticulares o intraarticulares inestables.

Biomecánica

Un segundo enfoque para determinar qué tipos de tratamiento podrían ser los más beneficiosos para los pacientes con una fractura distal del radio consiste en recurrir a modelos biomecánicos para comparar diferentes métodos de fijación. La premisa suprayacente es que el dispositivo de fijación con las propiedades biomecánicas más sólidas será superior a los otros métodos. Es importante reconocer que esta premisa tiene limitaciones filosóficas y prácticas; sin embargo, estos estudios tienen, aun así, cierto valor.

Dos estudios biomecánicos en los que un modelo cadavérico de fractura distal de radio fue sometido a cargas fisiológicas han demostrado que aumentar la fijación externa con alambres del Kirschner mejora la estabilidad sólo hasta un punto^{74,75}. Este aumento disminuye de manera sustancial cuando hay una fractura intraarticular más compleja. Los estudios mostraron que, cuando se emplea fijación externa aumentada para fracturas intraarticulares complejas, ésta es menos estable que la fijación con placa y clavija pequeña aplicada directamente a los fragmentos de fractura.

También se han practicado estudios biomecánicos para evaluar diferentes tipos de dispositivos de fijación interna. Dos estudios compararon placas aplicadas sobre la superficie palmar con tornillos o tarugos de fijación angular estable que se bloquean en la placa, con técnicas alternativas de fijación con placa, en un modelo de fractura extraarticular^{76,77}. Las placas de ángulo fijo mostraron mayor carga aislada hasta el fracaso y mayor rigidez durante la carga cíclica respecto de las placas dorsales y las placas volares sin soporte de ángulo fijo. Otro estudio comparó la fijación con placa volar de ángulo fijo, con la utilización de placas pequeñas aplicadas directamente sobre los fragmentos de fractura, en un modelo de fractura intraarticular⁷⁸. Cuando se sometieron las estructuras a carga cíclica y carga aislada hasta el fracaso, la rigidez de los dos tipos de fijación fue similar en la mayoría de los casos. Sin embargo, la fijación específica del fragmento cubital dorsal con fijación ortogonal extra desde el lado radial sumó rigidez significativa ($p < 0,05$) a la suministrada por una placa volar de ángulo fijo sola.

Si bien hay escasos estudios prospectivos, aleatorizados, o datos biomecánicos que indiquen evidente superioridad de una modalidad de tratamiento respecto de otra, sigue habiendo un fuerte impulso hacia la reducción anatómica y la fijación interna, sobre todo del lado palmar con uso de fijación angular estable. Es notable que se impulse con tanta firmeza esta tendencia a la fijación interna sin contar con datos científicos claros

que la avalen.

Complicaciones

Como el método de fijación interna de las fracturas distales de radio cambia, es esperable que también se modifiquen la frecuencia y los tipos de complicaciones, así como nuestro tratamiento de éstas. Las complicaciones de las fracturas distales de radio son neuropatía compresiva, mala consolidación, ruptura de tendones, artrosis radiocubital y radiocarpiana, síndromes dolorosos y rigidez de los dedos. Entre otras complicaciones se encuentran atrapamiento de tendones flexores o extensores en la fractura, o la articulación radiocubital inferior y aparición de nódulos fasciales palmares⁷⁹.

Si bien el empleo de placas volares y placas dorsales de bajo perfil posiblemente limite la irritación tendinosa, estas técnicas no eliminan por completo el problema. En la fijación con placas volares, se ha comunicado irritación del tendón del músculo palmar mayor (flexor radial del carpo) y el flexor largo del pulgar por la placa propiamente dicha, así como irritación de los tendones dorsales secundaria a la prominencia de los tornillos⁸⁰. En las primeras épocas de la experiencia con placas volares, se comunicó ruptura franca del extensor largo del pulgar en dos pacientes⁸¹. No se observó ningún caso de tenosinovitis extensora en dos series de pacientes tratados con una placa dorsal de bajo perfil; sin embargo, se comunicó cicatrización superficial del retináculo de los extensores carpianos, que requirió tenólisis del extensor largo del pulgar, y dos casos de aflojamiento de los tornillos metafisarios, que debieron ser extraídos^{82,83}.

También se ha prestado más atención a la posibilidad de contractura isquémica del pronador cuadrado como posible complicación que provoca rotación limitada del antebrazo después de una fractura distal del radio o, específicamente, después de la fijación con una placa volar y una reparación a tensión del pronador cuadrado. En el pasado, se consideraba que esta entidad era teórica, pero comunicaciones de casos han documentado tanto síndrome compartimental del pronador cuadrado aislado, como síndrome compartimental asociado con fractura distal de radio mínimamente desplazada^{84,85}. El síndrome compartimental del pronador cuadrado aislado se manifiesta por dolor a la supinación y la pronación pasivas. En teoría, la lesión isquémica podría provocar contractura y limitación de la supinación.

Una advertencia importante es que, si bien la utilización de una placa palmar bloqueada es un tratamiento aceptable de las fracturas distales de radio, hay tipos de fractura que no se pueden tratar con estas técnicas. Como se mencionó antes, es importante reconocer pequeñas fracturas del borde palmar, que pueden ser causa de fracaso de la fijación. Dos comunicaciones independientes demostraron pérdida de la fijación de la carilla articular palmar del semilunar^{24,80}. Una placa volar bloqueada aumentada con una segunda placa de refuerzo radial crea una estructura más rígida que una placa volar sola, y puede ser útil para el tratamiento de una fractura con fragmentación conminuta grave de la metafisis⁸⁶. Se comunicó que la fijación con placa doble daba resultados aceptables a los dos años de posoperatorio; sin embargo, la extracción de la placa fue frecuente en esa cohorte⁸⁷. Algunos cirujanos han aplicado una técnica de distracción con placa, mediante una placa larga de 3,5 mm que abarca la diáfisis radial hasta el metacarpiano del dedo mayor, en fracturas con fragmentación conminuta diafisometafisaria grave⁸⁸. El empleo de una placa volar cuando otras técnicas que son más adecuadas podría determinar malos resultados.

El advenimiento de la fijación con placa volar también ha influido en el tratamiento de la mala consolidación distal del radio. Tradicionalmente, se aplicaba una placa sin bloqueo a modo de refuerzo para soportar el sitio de osteotomía y el injerto óseo⁸⁹. La elección de un refuerzo palmar o dorsal se basaba en la dirección de la mala consolidación. Con las estructuras de bloqueo volar, se puede practicar una osteotomía a través de un abordaje palmar, aun en caso de malas consolidaciones con angulación dorsal. En una serie de casos de mala consolidación de la parte distal del radio con angulación dorsal tratadas con una placa volar de ángulo fijo y seguidas durante un año, las puntuaciones DASH fueron comparables con las observadas después de fijación interna de las fracturas distales de radio agudas⁹⁰.

Revisión

Muchas cosas están sujetas a tendencias y modas, y el tratamiento de las fracturas distales de radio no es la excepción. Las clavijas y el yeso cedieron su lugar a la fijación externa, y, ahora, la fijación interna ha comenzado a reemplazar a todas las otras modalidades terapéuticas. Nuevos campos de investigación, cambios epidemiológicos y sociológicos, y nuevos diseños de implantes están impulsando esta nueva tendencia a la fijación con placas. Sin embargo, el futuro del tratamiento de las fracturas distales de radio depende de la investigación sólida. Se necesitan estudios clínicos, biomecánicos y de costo-beneficio bien diseñados para

comparar los sistemas de placas de bloqueo con otros tratamientos. Por último, se debe moderar el entusiasmo actual por las placas volares de ángulo fijo hasta validar de manera segura los resultados y las ventajas mediante estudios científicos rigurosos.

Neal C. Chen, MD

Jesse B. Jupiter, MD

Massachusetts General Hospital, Yawkey Center, Suite 2100, 55 Fruit Street, Boston, MA 02114. Dirección de correo electrónico de J.B. Jupiter: jjupiter1@partners.org

Información: los autores no recibieron ningún financiamiento ni subsidio externo para su investigación ni preparar este trabajo. Ni ellos ni un familiar directo recibieron pagos, ni otros beneficios, ni un compromiso o acuerdo para suministrar este tipo de beneficio de una entidad comercial. Para mantener su fondo de investigación, uno o más de los autores recibieron, en algún año, financiamiento o subsidios externos superiores a US\$ 10.000 de AO Foundation, Smith and Nephew, Wright Medical, Small Bone Innovations, Joint Active Systems, Orthopaedic Trauma Association y American Foundation for Surgery of the Hand/American Society for Surgery of the Hand.

J Bone Joint Surg Am. 2007;89:2051-62 doi:10.2106/JBJS.G.00020

Referencias

1. O'Neill TW, Cooper C, Finn JD, Lunt M, Purdie D, Reid DM, Rowe R, Woolf AD, Wallace WA; UK Colles' Fracture Study Group. Incidence of distal forearm fracture in British men and women. *Osteoporos Int.* 2001;12:555-8.
2. Barrett JA, Baron JA, Karagas MR, Beach ML. Fracture risk in the U.S. Medicare population. *J Clin Epidemiol.* 1999;52:243-9.
3. United States Census Bureau. United States Census 2000. <http://www.census.gov>. Accessed 2007 Jun 7.
4. Rowe JW, Kahn RL. Successful aging. New York: Pantheon Books; 1998.
5. Shortt NL, Robinson CM. Mortality after low-energy fractures in patients aged at least 45 years old. *J Orthop Trauma.* 2005;19:396-400.
6. Freedman VA, Soldo BJ, editors. Trends in disability at older ages. Committee on National Statistics. National Research Council. Washington DC: National Academy Press; 1994.
7. United States Census Bureau. Statistical Abstract of the United States: 1999. Washington, DC: United States Census Bureau; 1999.
8. Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, Stone K, Fox KM, Ensrud KE, Cauley J, Black D, Vogt TM. Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med.* 1995;332:767-73.
9. Schousboe JT, Fink HA, Taylor BC, Stone KL, Hillier TA, Nevitt MC, Ensrud KE. Association between self-reported prior wrist fractures and risk of subsequent hip and radiographic vertebral fractures in older women: a prospective study. *J Bone Miner Res.* 2005;20:100-6.
10. Nevitt MC, Cummings SR, Stone KL, Palermo L, Black DM, Bauer DC, Genant HK, Hochberg MC, Ensrud KE, Hillier TA, Cauley JA. Risk factors for a first-incident radiographic vertebral fracture in women > or = 65 years of age: the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res.* 2005;20:131-40.
11. Jaglal SB, Weller I, Mamdani M, Hawker G, Kreder H, Jaakkimainen L, Adachi JD. Population trends in BMD testing, treatment, and hip and wrist fracture rates: are the hip fracture projections wrong? *J Bone Miner Res.* 2005;20:898-905.
12. Magaziner J, Simonsick EM, Kashner TM, Hebel JR, Kenzora JE. Survival experience of aged hip fracture patients. *Am J Public Health.* 1989;79:274-8.
13. Aharonoff GB, Koval KJ, Skovron ML, Zuckerman JD. Hip fractures in the elderly: predictors of one year mortality. *J Orthop Trauma.* 1997;11:162-5.
14. Richmond J, Aharonoff GB, Zuckerman JD, Koval KJ. Mortality risk after hip fracture. *J Orthop Trauma.* 2003;17:53-6.
15. Rozental TD, Branas CC, Bozentka DJ, Beredjikian PK. Survival among elderly patients after fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am].* 2002;27:948-52.
16. Gartland JJ, Werley CW. Evaluation of healed Colles' fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1951;33:895-907.

17. McQueen M, Caspers J. Colles fracture: does the anatomical result affect the final function? *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70:649-51.
18. Pogue DJ, Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD, Jenkins DK, Sweo TD, Hokanson JA. Effects of distal radius fracture malunion on wrist joint mechanics. *J Hand Surg [Am].* 1990;15:721-7.
19. Short WH, Werner FW, Fortino MD, Palmer AK. Distribution of pressures and forces on the wrist after simulated intercarpal fusion and Kienböck's disease. *J Hand Surg [Am].* 1992;17:443-9.
20. Adams BD. Effects of radial deformity on distal radioulnar joint mechanics. *J Hand Surg [Am].* 1993;18:492-8.
21. Pechlaner S, Kathrein A, Gabl M, Lutz M, Angermann P, Zimmermann R, Peer R, Peer S, Rieger M, Freund M, Rudisch A. Distal radius fractures and concomitant lesions. Experimental studies concerning the pathomechanism. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2002;34:150-7.
22. McQueen MM, Hajducka C, Court-Brown CM. Redisplaced unstable fractures of the distal radius: a prospective randomised comparison of four methods of treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:404-9.
23. Harness NG, Ring D, Zurakowski D, Harris GJ, Jupiter JB. The influence of three-dimensional computed tomography reconstructions on the characterization and treatment of distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1315-23.
24. Gartland JJ, Werley CW. Evaluation of healed Colles' fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1951;33:895-907.
25. Wagner M, Frigg R. Internal fixators: concepts and cases using LCP and LISS. *AO manual of fracture management.* New York: Thieme; 2006.
26. Ring D, Jupiter JB, Brennwald J, Büchler U, Hastings H. Prospective multicenter trial of a plate for dorsal fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg [Am].* 1997;22:777-84.
27. Rikli DA: Personal communication, 2006.
28. Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:588-92.
29. Harness NG, Jupiter JB, Orbay JL, Raskin KB, Fernandez DL. Loss of fixation of the volar lunate facet fragment in fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:1900-8.
30. Andermahr J, Lozano-Calderon S, Trafton T, Crisco JJ, Ring D. The volar extension of the lunate facet of the distal radius: a quantitative anatomic study. *J Hand Surg [Am].* 2006;31:892-5.
31. Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:647-59.
32. Catalano LW, Cole RJ, Gelberman RH, Evanoff BA, Gilula LA, Borrelli J. Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:1290-1302.
33. Goldfarb CA, Rudzki JR, Catalano LW, Hughes M, Borrelli J. Fifteen-year outcome of displaced intra-articular fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am].* 2006;31:633-9.
34. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, McIntyre LW, Whipple TL. Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:357-65.
35. Doi K, Hattori Y, Otsuka, K, Abe Y, Yamamoto H. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius: arthroscopically assisted reduction compared with open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:1093-110.
36. Lindau T, Hagberg L, Adlercreutz C, Jonsson K, Aspenberg P. Distal radioulnar instability is an independent worsening factor in distal radial fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;376:229-35.
37. Lindau T, Runnquist K, Aspenberg P. Patients with laxity of the distal radioulnar joint after distal radial fractures have impaired function, but no loss of strength. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:151-6.
38. Hirahara H, Neale PG, Lin YT, Cooney WP, An KN. Kinematic and torque-related effects of dorsally angulated distal radius fractures and the distal radial ulnar joint. *J Hand Surg [Am].* 2003;28:614-21.
39. Kihara H, Palmer AK, Werner FW, Short WH, Fortino MD. The effect of dorsally angulated distal radius fractures on distal radioulnar joint congruency and forearm rotation. *J Hand Surg [Am].* 1996;21:40-7.
40. Moore DC, Hogan KA, Crisco JJ, Akelman E, Dasilva MF, Weiss AP. Three-dimensional in vivo kinematics of the distal radioulnar joint in malunited distal radius fractures. *J Hand Surg [Am].* 2002;27:233-42.
41. Watanabe H, Berger RA, Berglund LJ, Zobitz ME, An KN. Contribution of the interosseous membrane to distal radioulnar joint constraint. *J Hand Surg [Am].* 2005;30:1164-71.
42. Orbay JL. Personal communication.
43. Medoff RJ. Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. *Hand Clin.* 2005;21:279-88.

44. Cole RJ, Bindra RR, Evanoff BA, Gilula LA, Yamaguchi K, Gelberman RH. Radiographic evaluation of osseous displacement following intra-articular fractures of the distal radius: reliability of plain radiography versus computed tomography. *J Hand Surg [Am]*. 1997;22:792-800.
45. Rozental TD, Bozentka DJ, Katz MA, Steinberg DR, Beredjikian PK. Evaluation of the sigmoid notch with computed tomography following intra-articular distal radius fracture. *J Hand Surg [Am]*. 2001;26:244-51.
46. Katz MA, Beredjikian PK, Bozentka DJ, Steinberg DR. Computed tomography scanning of intra-articular distal radius fractures: does it influence treatment? *J Hand Surg [Am]*. 2001;26:415-21.
47. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg [Am]*. 2002;27:205-15.
48. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg [Am]*. 2004;29:96-102.
49. Drobotz H, Bryant AL, Pokorny T, Spitaler R, Leixnering M, Jupiter JB. Volar fixed-angle plating of distal radius extension fractures: influence of plate position on secondary loss of reduction—a biomechanic study in a cadaveric model. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:615-22.
50. Osterman AL. Personal communication, Jan 2007.
51. Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992;30:473-83.
52. Amadio PC, Silverstein MD, Ilstrup DM, Schleck CD, Jensen LM. Outcome after Colles fracture: the relative responsiveness of three questionnaires and physical examination measures. *J Hand Surg [Am]*. 1996;21:781-7.
53. Fernandez JJ, Gruen GS, Herndon JH. Outcome of distal radius fractures using the short form 36 health survey. *Clin Orthop Relat Res*. 1997;341:36-41.
54. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*. 1996;29:602-8. Erratum in: *Am J Ind Med*. 1996;30:372.
55. MacDermid JC, Turgeon T, Richards RS, Beadle M, Roth JH. Patient rating of wrist pain and disability: a reliable and valid measurement tool. *J Orthop Trauma*. 1998;12:577-86.
56. Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): validity and reliability based on responses within the full-length DASH. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:44.
57. Matheson LN, Melhorn JM, Mayer TG, Theodore BR, Gatchel RJ. Reliability of a visual analog version of the QuickDASH. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88:1782-7.
58. Karnezis IA, Fragkiadakis EG. Association between objective clinical variables and patient-rated disability of the wrist. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84:967-70.
59. Dowrick AS, Gabbe BJ, Williamson OD, Cameron PA. Does the disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) scoring system only measure disability due to injuries to the upper limb? *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88:524-7.
60. Doornberg JN, Ring D, Fabian LM, Malhotra L, Zurakowski D, Jupiter JB. Pain dominates measurements of elbow function and health status. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:1725-31.
61. King GJ, Richards RR, Zuckerman JD, Blasier R, Dillman C, Friedman RJ, Gartsman GM, Iannotti JP, Murnahan JP, Mow VC, Woo SL. A standardized method for assessment of elbow function. Research Committee, American Shoulder and Elbow Surgeons. *J Shoulder Elbow Surg*. 1999;8:351-4.
62. Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA. The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. *J Clin Epidemiol*. 1993;46:153-62.
63. Jupiter JB, Ring D, Weitzel PP. Surgical treatment of redisplaced fractures of the distal radius in patients older than 60 years. *J Hand Surg [Am]*. 2002;27:714-23.
64. Washburn RA, McAuley E, Katula J, Mihalko SL, Boileau RA. The physical activity scale for the elderly (PASE): evidence for validity. *J Clin Epidemiol*. 1999;52:643-51.
65. Cassidy C, Jupiter JB, Cohen M, Delli-Santi M, Fennell C, Leinberry C, Husband J, Ladd A, Seitz WR, Constanz B. Norian SRS cement compared with conventional fixation in distal radial fractures. A randomized study. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85:2127-37.
66. Handoll HH, Madhok R. Surgical interventions for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;CD003209.
67. Young CF, Nanu AM, Checketts RG. Seven-year outcome following Colles' type distal radial fracture. A comparison of two treatment methods. *J Hand Surg Br*. 2003;28:422-6.

68. Kreder HJ, Agel J, McKee MD, Schemitsch EH, Stephen D, Hanel DP. A randomized, controlled trial of distal radius fractures with metaphyseal displacement but without joint incongruity: closed reduction and casting versus closed reduction, spanning external fixation, and optional percutaneous K-wires. *J Orthop Trauma*. 2006;20:115-21.
69. Azzopardi T, Ehrendorfer S, Coulton T, Abela M. Unstable extra-articular fractures of the distal radius: a prospective, randomised study of immobilisation in a cast versus supplementary percutaneous pinning. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:837-40.
70. Harley BJ, Scharfenberger A, Beaupre LA, Jomha N, Weber DW. Augmented external fixation versus percutaneous pinning and casting for unstable fractures of the distal radius—a prospective randomized trial. *J Hand Surg [Am]*. 2004;29:815-24.
71. Grewal R, Perey B, Wilmink M, Stothers K. A randomized prospective study on the treatment of intra-articular distal radius fractures: open reduction and internal fixation with dorsal plating versus mini open reduction, percutaneous fixation, and external fixation. *J Hand Surg [Am]*. 2005;30:764-72.
72. Kreder HJ, Hanel DP, Agel J, McKee M, Schemitsch EH, Trumble TE, Stephen D. Indirect reduction and percutaneous fixation versus open reduction and internal fixation for displaced intra-articular fractures of the distal radius: a randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:829-36.
73. Wright TW, Horodyski M, Smith DW. Functional outcome of unstable distal radius fractures: ORIF with a volar fixed-angle tine plate versus external fixation. *J Hand Surg [Am]*. 2005;30:289-99.
74. Wolfe SW, Austin G, Lorenze M, Swigart CR, Panjabi MM. A biomechanical comparison of different wrist external fixators with and without K-wire augmentation. *J Hand Surg [Am]*. 1999;24:516-24.
75. Dodds SD, Cornelissen S, Jossan S, Wolfe SW. A biomechanical comparison of fragment-specific fixation and augmented external fixation for intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]*. 2002;27:953-64.
76. Osada D, Viegas SF, Shah MA, Morris RP, Patterson RM. Comparison of different distal radius dorsal and volar fracture fixation plates: a biomechanical study. *J Hand Surg Am*. 2003;28:94-104.
77. Liporace FA, Gupta S, Jeong GK, Stracher M, Kummer F, Egol KA, Koval KJ. A biomechanical comparison of a dorsal 3.5-mm T-plate and a volar fixed-angle plate in a model of dorsally unstable distal radius fractures. *J Orthop Trauma*. 2005;19:187-91.
78. Taylor KF, Parks BG, Segalman KA. Biomechanical stability of a fixed-angle volar plate versus fragment-specific fixation system: cyclic testing in a C2-type distal radius cadaver fracture model. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:373-81.
79. Kozin SH, Wood MB. Early soft-tissue complications after distal radius fractures. *Instr Course Lect*. 1993;42:89-98.
80. Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:359-65.
81. Benson EC, DeCarvalho A, Mikola EA, Veitch JM, Moneim MS. Two potential causes of EPL rupture after distal radius volar plate fixation. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;451:218-22.
82. Kamath AF, Zurakowski D, Day CS. Low-profile dorsal plating for dorsally angulated distal radius fractures: an outcomes study. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:1061-7.
83. Simic PM, Robison J, Gardner MJ, Gelberman RH, Weiland AJ, Boyer MI. Treatment of distal radius fractures with a low-profile dorsal plating system: an outcomes assessment. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:382-6.
84. Schumer ED. Isolated compartment syndrome of the pronator quadratus compartment: a case report. *J Hand Surg [Am]*. 2004;29:299-301.
85. Gerber A, Masquelet AC. Anatomy and intracompartmental pressure measurement technique of the pronator quadratus compartment. *J Hand Surg [Am]*. 2001;26:1129-34.
86. Grindel SI, Wang M, Gerlach M, McGrady LM, Brown S. Biomechanical comparison of fixed-angle volar plate versus fixed-angle volar plate plus fragment-specific fixation in a cadaveric distal radius fracture model. *J Hand Surg [Am]*. 2007;32:194-99.
87. Ring D, Prommersberger K, Jupiter JB. Combined dorsal and volar plate fixation of complex fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86:1646-52.
88. Ruch DS, Ginn A, Yang CC, Smith BP, Rushing J, Hanel DP. Use of a distraction plate for distal radial fractures with metaphyseal and diaphyseal comminution. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:945-54.
89. Fernandez DL. Radial osteotomy and Bowers arthroplasty for malunited fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70:1538-51.
90. Malone KJ, Magnell TD, Freeman DC, Boyer MI, Placzek JD. Surgical correction of dorsally angulated distal radius malunions with fixed angle volar plating: a case series. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:366-72.

Fig. 1

Tomografía computarizada que muestra lesión por hiperextensión de la parte distal del radio. (Reimpreso, con autorización de Georg Thieme ©, de: Pechlaner S, Kathrein A, Gabl M, Lutz M, Angermann P, Zimmermann R, Peer R, Peer S, Rieger M, Freund M, Rudisch A. Distal radius fractures and concomitant lesions. Experimental studies concerning the pathomechanism. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2002;34:150-7. Figs. 6-A and 6-B.)

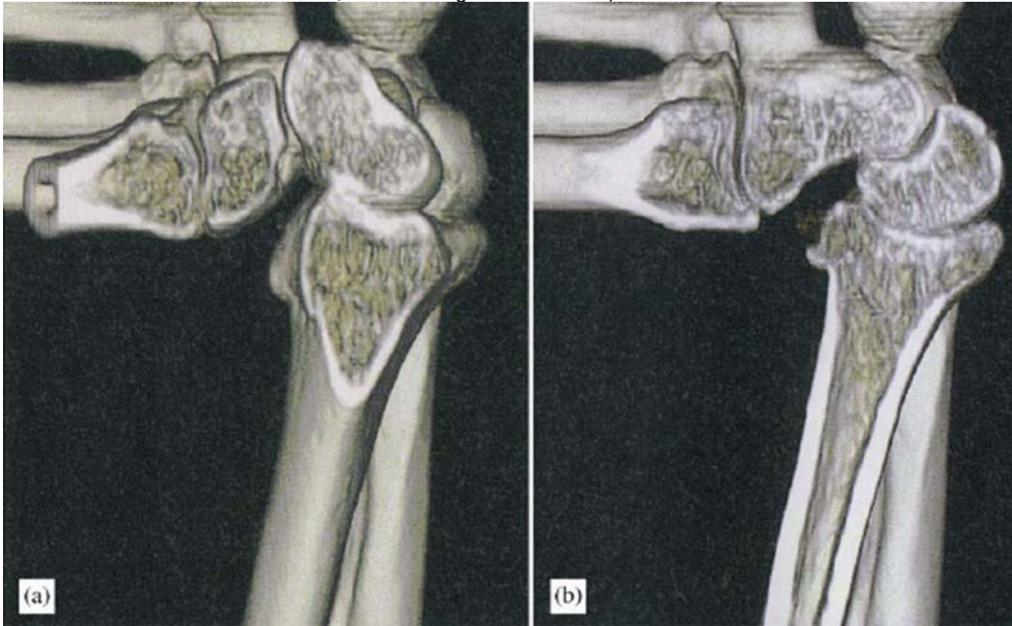


Fig. 2-A

Fig. 2-B

Modelo de tres columnas de la parte distal del radio. La columna lateral (lc), o radial, es un refuerzo óseo para el carpo y un punto de inserción para los ligamentos intracapsulares. La columna intermedia (ic) actúa en la transmisión de carga primaria. La columna medial (mc), o cubital, sirve de eje para la rotación del antebrazo y la muñeca, así como de pilar para la transmisión de carga secundaria. TFCC = complejo del fibrocartilago triangular. (Reproducido, con autorización y copyright © de la British Editorial Society of Bone and Joint Surgery, de: Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. J Bone Joint Surg Br. 1996;78:588-92.)

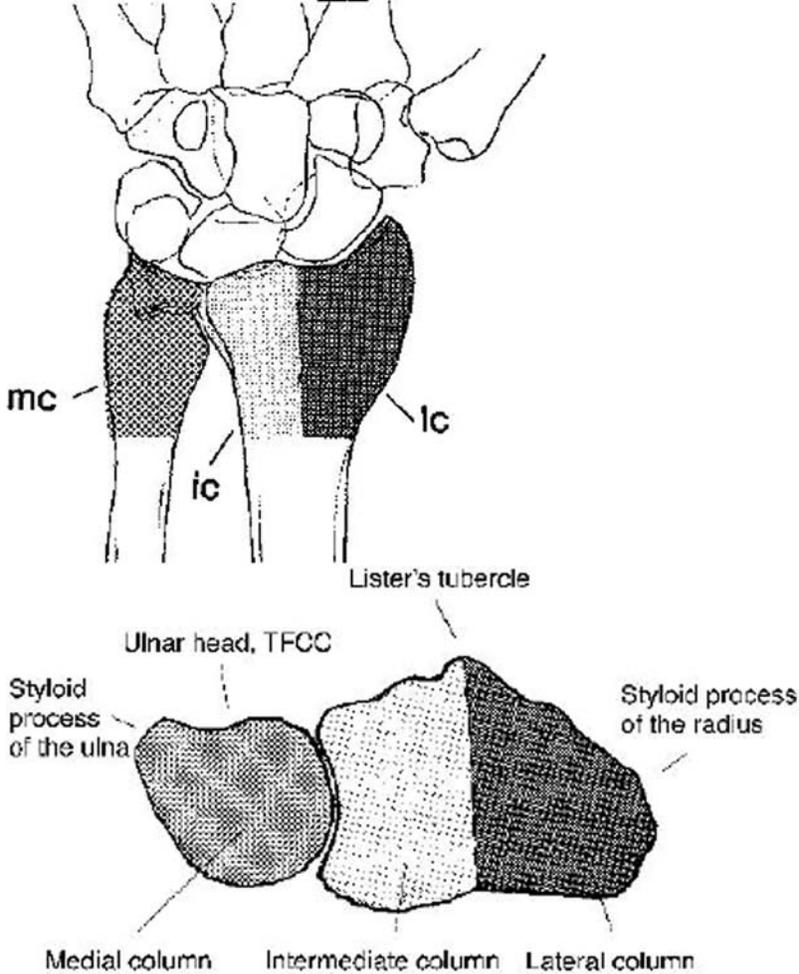


Fig. 3

Extensión palmar de la carilla articular del semilunar. La flecha delinea la longitud de la carilla articular del semilunar en esta proyección lateral de una reconstrucción computarizada de la parte distal del radio. (Reimpreso, con autorización [para derechos no exclusivos del mundo inglés únicamente] de The American Society for Surgery of the Hand, de: Andermahr J, Lozano-Calderon S, Trafton T, Crisco JJ, Ring D. The volar extension of the lunate facet of the distal radius: a quantitative anatomic study. J Hand Surg [Am]. 2006;31:892-5.)

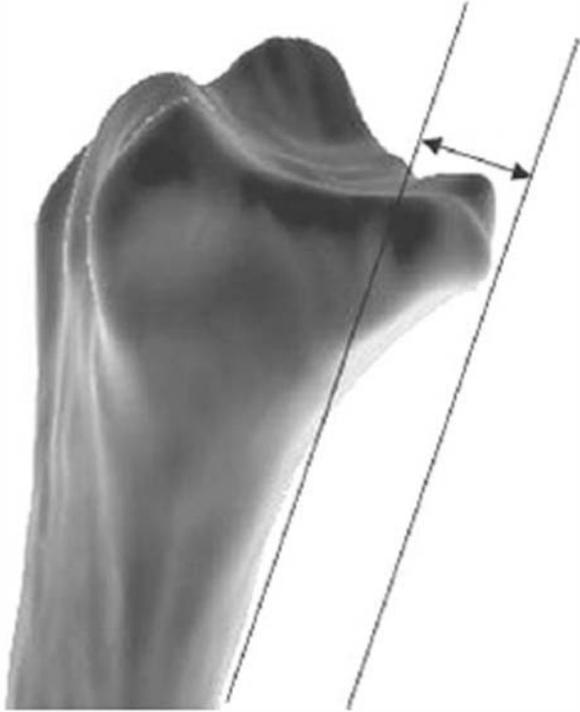


Fig. 4-A

Fig. 4-B

Tomografías computarizadas tridimensionales de una fractura distal de radio, que revelan características de la fractura que, a menudo, no son bien reconocidas: (1) la carilla articular palmar del semilunar ha rotado y, ahora, es paralela a la cara palmar de la diáfisis radial, (2) la fragmentación conminuta se extiende hasta el reborde dorsal de la carilla articular del semilunar y (3) la parte distal del radio está pronada respecto de la diáfisis radial.



Fig. 5-A

Fig. 5-B

Figs. de 5-A a 5-D Radiografías de una bibliotecaria de sesenta y cuatro años que sufrió una fractura intraarticular de la parte distal del radio con desplazamiento dorsal y fragmentación conminuta metafisaria marcada. Después de diez días, fracasó la reducción a cielo cerrado. La cirugía mejoró la función de la mano y restableció la actividad independiente del miembro superior de manera más rápida y más predecible que el tratamiento a cielo cerrado. **Figs. 5-A y 5-B** Radiografías preoperatorias.



Fig. 5-C

Fig. 5-D

Radiografías posoperatorias.

