

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
HOSPITAL GENERAL DE MEXICO  
SECRETARIA DE SALUD  
SERVICIO DE ORTOPEDIA

FRACTURAS DEL EXTREMO DISTAL DEL RADIO

TESIS  
PARA LA OBTENCION DE TITULO DE ESPECIALISTA EN  
ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGIA

PRESENTA  
DR. ALEJANDRO CEDILLO SIERRA

ASESOR DE TESIS: DR. JUAN RAMON BONFIL OJEDA

MEXICO D.F.  
MARZO DE 2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios.**

Por haberme dado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente a pesar de los inconvenientes y dificultades, y por darme la fuerza para superar cada obstáculo y no claudicar en mi camino.

### **A mi madre.**

Por ser la guía y la gran consejera, quien incondicionalmente estuvo a mi lado en todo momento.

### **A mi esposa y mi hija.**

A mi esposa, Michel, por ser mi apoyo y consuelo, por engrandecer los momentos de alegría, aminorar las angustias y por soportar las ausencias constantes.

A mi hija, Emilia, por ser el motor que me impulsa y por haberle dado sentido y cambiado mi vida a partir de su llegada.

### **A mis hermanos.**

Desde Raúl hasta Julio, porque siempre estuvieron dispuestos a ayudarme y por ser eso, **MIS HERMANOS.**

### **A mis compañeros y amigos.**

A Jorge Hernández, Marco Ventura, Humberto Carrillo, Carlos Macías, Connye, compañeros de la residencia, a mis amigos **Gustavo Guevara Hernández y Josefina Molina Méndez**, quienes formaron parte de mi familia durante la residencia.

### **A mis maestros.**

A quienes no nombro individualmente, porque de faltarme alguno lo sentiría injusto, pero a todos ellos gracias por enseñarme que la medicina no solo son enfermedades, y que la gente se pone en nuestras manos sin conocernos, motivándome a ser mejor médico y sobre todo mejor como persona.

### **AL HOSPITAL GENERAL DE MEXICO.**

Por la gran institución que representa a nivel Nacional e Internacional, y por darme la oportunidad de formar parte de la plantilla de residentes mas importante del país.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	4
1. INTRODUCCION.....	5
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	7
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
3.2 OBJERIVOS ESPECIFICOS.....	8
4. HIPOTESIS.....	8
5. JUSTIFICACION .....	9
6. ANATOMÍA DE LA EXTREMIDAD DISTAL DEL RADIO Y SU APLICACIÓN QUIRURGICA.....	10
6.1 ABORDAJE PALMAR.....	10
6.2 ABORDAJE STANDARD Y EXTENDIDO DEL FCR.....	11
6.3 ABORDAJE DORSAL.....	12
6.4 ABORDAJE DORSAL MINIMO INVASIVO.....	13
7. CLASIFICACION DE LAS FRACTURAS DEL EXTREMO DISTAL DEL RADIO.....	15
7.1 CLASIFICACIONES CLASICAS.....	15
7.2 CRITERIOS RADIOLOGICOS A VALORAR.....	17
8. LESIONES ASOCIADAS A LAS FRACTURAS DEL EXTREMO DISTAL DEL RADIO.....	21
8.1 DISOCIACION ESCAFOLUNAR.....	21
8.2 DISOCIACION PIRAMIDOLUNAR.....	23
8.3 LESION DEL FIBROCARILAGO TRIANGULAR.....	23
8.4 FRACTURA DE LA ESTILOIDES CUBITAL.....	24
9. METODOS DE VALORACION FUNCIONAL.....	25
10. CONTROVERSIAS EN EL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS DEL EXTREMO DISTAL DEL RADIO.....	30
10.1 TRATAMIENTO CONSERVADOR.....	30
10.2 OSTEOSINTESIS PERCUTÁNEA.....	31
10.3 FIJACION EXTERNA.....	32
10.4 OSTEOSÍNTESIS CON PLACAS.....	33
10.5 FRACTURAS ABIERTAS.....	34
10.6 ARTICULACIÓN RADIO-CUBITAL DISTAL.....	34
10.7 LESIONES CARIPIANAS ASOCIADAS.....	35
11. FIJADORES EXTERNOS.....	36
11.1 INDICACIONES.....	36
11.2 COMPLICACIONES.....	37
11.2.1 INTRAOPERATORIAS.....	37
11.2.2 POSTOPERATORIAS.....	37
12. REDUCCIÓN INDIRECTA Y FIJACIÓN PERCUTÁNEA.....	38
13. UTILIDAD DE LA ARTROSCOPIA.....	40
14. CIRUGIA MINIMA INVASIVA DEL RADIO DISTAL.....	42
14.1 CLAVO PLACA DORSAL DE ANGULO FIJO DNP.....	42
14.1.1 INDICACIONES .....	42
14.1.2 CONTRAINDICACIONES.....	43
14.1.3 TECNICA .....	43
14.2 CLAVO INTRAMEDULAR MICRONAIL R .....	44

14.2.1 INDICACIONES.....	44
14.2.2 CONTRAINDICACIONES.....	44
14.2.3 TECNICA.....	44
14.2.4 POSTOPERATORIO .....	45
14.3 SISTEMA TRIMED.....	45
14.3.1 INDICACIONES.....	45
14.3.2 CONTRAINDICACIONES.....	46
14.3.3 TECNICA.....	46
15. MATERIALES PARA SUSTITUCION OSEA.....	47
15.1 MATERIALES BIOLÓGICOS.....	47
15.1.1 INJERTO AUTOLOGO .....	47
15.1.2 INJERTO HETEROLOGO.....	47
15.1.3 ALOINJERTO.....	47
15.1.4 MATRIZ OSEA DESMINERALIZADA.....	48
15.1.5 FACTORES DE CRECIMIENTO AUTOLOGOS.....	49
15.2 MATERIALES SINTÉTICOS.....	50
15.2.1 CERAMICAS.....	50
15.2.2 SULFATO DE CALCIO .....	50
15.2.3 FOSFATO TRICALCICO.....	51
15.2.4 APATITA CARBONADA.....	52
15.2.5 HIDROXIAPATITA.....	53
16. COMPLICACIONES DEL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS DEL EXTREMO DISTAL DEL RADIO .....	55
16.1 RIESGOS ASOCIADOS AL TRATAMIENTO ORTOPÉDICO.....	55
16.2 RIESGOS ESPECÍFICOS DEL USO DE AGUJAS PERCUTÁNEAS Y FIJADORES EXTERNOS.....	56
16.3 RIESGOS DEL TRATAMIENTO CON PLACAS DORSALES.....	57
16.4 RIESGOS QUE SE RELACIONAN CON LA FIJACIÓN INTERNA PALMAR.....	57
16.5 RIESGOS DE LA ARTROSCOPIA.....	58
16.6 RIESGOS DEL USO DE INJERTO ÓSEO.....	59
17. TRATAMIENTO DE SECUELAS DE LAS FRACTURAS DEL RADIO DISTAL.....	60
17.1 TRATAMIENTO DEL COLAPSO AVANZADO DEL CARPO.....	61
17.2 ARTRODESIS DE LAS 4 ESQUINAS.....	61
17.2.1 TECNICA QUIRURGICA .....	62
17.3 ARTRODESIS DE MUÑECA.....	65
18. CONCLUSIONES .....	68
19. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	69

## 1. INTRODUCCION.

Históricamente, las fracturas del extremo distal del radio con frecuencia fueron consideradas como luxaciones del carpo. Hipócrates describió cuatro direcciones de luxaciones del carpo; estas descripciones fueron utilizadas hasta el siglo diecinueve. Pouteau (1) continuando con el trabajo de Petit, reconoció estas lesiones como probables fracturas “mas frecuentemente tomadas como contusiones, luxaciones incompletas o como separaciones entre radio y cúbito en su unión, cerca de la muñeca”. Colles (2), cuyo nombre se asocia con mayor frecuencia a las fracturas del radio distal, publicó un artículo en 1814 en el que describía las lesiones de la muñeca como fracturas y comentaba su tratamiento y resultados. Este artículo cambió el enfoque desde el tratamiento de la luxación a la identificación y tratamiento de la fractura.

Las fracturas distales del radio constituyen el 14% de todas las lesiones de la extremidad superior, y el 17% de todas las fracturas tratadas en el servicio de urgencias. Las fracturas del radio distal que se producen como resultado de un traumatismo de alta energía representan un subgrupo de fracturas, frecuentemente con lesión significativa para la extremidad superior. Estas fracturas con frecuencia tienen un elevado grado de conminución y lesiones asociadas de partes blandas (4).

En grupos de edades avanzadas, más mujeres que hombres, tienen fracturas del radio distal, habitualmente resultado de caídas de baja energía. Ha sido valorada la relación entre fracturas de radio distal y osteoporosis. Earnshaw y cols. valoraron 106 de 149 mujeres consecutivas postmenopáusicas con densitometría de absorción de rayos X (DXA) a las dos semanas de la fractura y encontraron que la mitad de las pacientes tenía osteoporosis de la columna, cadera o radio. Las pacientes más jóvenes de 65 años tenían una densidad mineral ósea (DMO) significativamente inferior en la cadera que los valores esperados. De forma similar, Widgerowitz y cols. midieron la DMO por densitometría de absorción de fotones en 31 mujeres con fractura de Colles y compararon esta con un grupo control de mujeres de edad similar. Hallaron que 25 de las 31 mujeres tenían una DMO inferior en una desviación estándar a la del grupo control, y que en pacientes menores de 66 años la DMO era significativamente inferior a la del grupo control.

Actualmente la Organización Mundial de la Salud aconseja que la fractura de radio distal en mujeres postmenopáusicas es una indicación para la valoración de la DMO, y la Fundación Nacional de Osteoporosis recomienda la densitometría ósea para todas las mujeres postmenopáusicas con fractura.

Desde que en 1814 Colles describe de forma magistral esta lesión, numerosas controversias han existido en cuanto a su tratamiento y resultado. La mayoría de las fracturas del extremo distal del radio responden bien al tratamiento conservador, pero desafortunadamente y bajo la creencia que cualquier fractura a este nivel es benigna, un gran número ha sido objeto de medidas terapéuticas insuficientes con malos resultados a largo plazo.

Las secuelas o limitaciones parciales siempre habían sido aceptadas por el traumatólogo y toleradas por el paciente. Gracias a un mayor y mejor conocimiento de la anatomía y biomecánica de la muñeca, actualmente el objetivo del tratamiento es conseguir una buena reducción anatómica para evitar la evolución hacia la consolidación viciosa y la artrosis postraumática. Numerosos trabajos demuestran que la restauración de la anatomía articular y extraarticular mejoran los resultados funcionales de los pacientes (3,5,6).

Durante los pasados diez años se han realizado múltiples estudios sobre la extremidad distal del radio (EDR), su complejidad y su resolución quirúrgica. Los estudios basados en materiales de síntesis a usar en dichas fracturas son quizás los más relevantes que se observan al consultar la literatura publicada, dada la diversidad de materiales de síntesis que se han propuesto. Lo más difícil es encontrar estudios referidos a calidad ósea en relación con la capacidad de sujeción de los elementos empleados para la fijación tales como tornillos, pernos, alambres Kirschner , etc., así como estudios referidos a mejorar o crear nuevas técnicas de abordaje, al igual que estudios dedicados a mejorar la comprensión de la anatomía de la EDR y a entender las fuerzas físicas implicadas durante el momento de la fractura así como el efecto de las mismas durante el proceso de resolución, estos últimos trabajos son de verdad inexistentes.

## **2. DEFINICION DEL PROBLEMA.**

Las fracturas de radio distal presentan un alto grado de complejidad, en su diagnóstico y tratamiento, y exigen por lo tanto que el personal encargado de su atención se encuentre altamente familiarizado con la detección y con las indicaciones precisas de manejo conservador y quirúrgico, cada uno con sus distintas modalidades, para lograr el mejor pronóstico tomando en cuenta la gravedad de la lesión y las características de cada paciente en particular, sin olvidar la importancia de tratar a los individuos como un todo y no solamente como a una fractura de radio distal. Lo anterior nos guiará hacia el mejor de los resultados y proporcionará las bases para aclarar la perspectiva que actualmente engloba esta entidad, teniendo en apreciación que hoy en día aún existen grandes controversias en la mayoría de los aspectos entre los que se incluyen desde el diagnóstico preciso, pasando por las distintas clasificaciones, hasta el tratamiento definitivo de las fracturas distales del radio.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1OBJETIVO GENERAL.**

Realizar una valoración y evaluación de las diferentes clasificaciones y tratamientos de las fracturas distales del radio.

#### **3.2OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

Recopilar datos que sean de utilidad para mejorar el tratamiento de las fracturas distales del radio.

Conocer y comparar las complicaciones de los tratamientos utilizados en las fracturas del radio distal.

Determinar cual es el método de tratamiento que ofrece mejores resultados en el tratamiento de las fracturas del radio distal.

#### **4. HIPOTESIS.**

Ninguno de los tratamientos propuestos en la actualidad cumple con las expectativas que demandan las fracturas del radio distal.

## **5. JUSTIFICACION.**

Dadas las variables en la clasificación y tratamiento de las fracturas distales del radio, se realiza una recopilación del manejo y clasificaciones existentes en un intento de favorecer la comprensión de esta compleja entidad, puesto que actualmente se encuentran entre las fracturas mas frecuentes y existen grandes controversias en su tratamiento. Aunado a lo anterior también se sabe que hoy en día no existe ningún tratamiento que esté exento de presentar complicaciones que retardarán la mejoría y recuperación de los pacientes, y que pueden ser inherentes a la aplicación y uso de dispositivos de inmovilización, sin olvidar que el objetivo de cualquier dispositivo utilizado es reducir las secuelas y limitaciones posteriores a la fractura, así que otra de las inquietudes al realizar esta revisión es proporcionar una herramienta que facilite la elección de un método de tratamiento adecuado para cada tipo específico de fractura.

## **6. ANATOMÍA DE LA EXTREMIDAD DISTAL DEL RADIO Y SU APLICACIÓN QUIRURGICA**

Estudios publicados (7-12) realizados a través de Resonancia Magnética (RMN), demuestran la relación existente entre las estructuras óseas de la EDR y los elementos tendinosos y musculares que la atraviesan, tanto del lado palmar como del lado dorsal, y surge la necesidad de desarrollar un mejor entendimiento de la anatomía, de las estructuras óseas, musculares y tendinosas comprometidas, así como las fuerzas físicas involucradas al momento de la fractura en su desplazamiento y las mismas fuerzas en acción hasta su consolidación.

### **6.1 Abordaje palmar**

#### **Consideraciones Generales**

La fijación palmar de las fracturas del radio distal sin importar la dirección de su desplazamiento, es una forma de tratamiento (7-12) que provee los beneficios de la fijación interna sin las complicaciones del abordaje dorsal. Tradicionalmente las fracturas del radio distal desplazadas en dirección palmar eran tratadas con una placa palmar de sostén (7-12) a través de un abordaje palmar. Esto se hacía por norma, las publicaciones de Keating et al. en 1947, y Júpiter et al, en 1968, así lo demuestran; pero la evidencia anatómica encontrada en los estudios de Resonancia Magnética (7-12) de poseer un mayor espacio del lado palmar para la colocación de una placa, y la posibilidad de cubrirla con el pronador cuadrado, que separa el material de síntesis del aparato Flexor y del nervio Mediano, ha hecho que el abordaje palmar sea la vía que muchos cirujanos prefieren sin importar la dirección del desplazamiento de la fractura (7-12, 14, 15, 16) basado en la racionalización de la anatomía y no como una norma impuesta.

El fracaso al usar la vía palmar es debido primero, al uso de placas que no permiten la correcta fijación del fragmento distal, fallando al aflojarse y colapsarse (8, 9, 15); por otro lado el uso de placas cuya resistencia a las fuerzas que atraviesan la muñeca no fueron tomadas en consideración durante su diseño, lo que facilita el doblamiento y/o la ruptura del material de síntesis empleado. Las placas de ángulo fijo por vía palmar denominadas así debido a la fijación de los pernos/tornillos a la placa, disminuyen la posibilidad de aflojarse o colapsarse a nivel del fragmento distal (9, 15) al ser aplicadas las fuerzas que normalmente atraviesan la muñeca. Dentro de estas se debe mencionar la placa DVR con pernos de soporte **subcondral de ángulo fijo**, este soporte subcondral fue diseñado basado en el principio de que el hueso subcondral es más resistente y poco afectado por el proceso osteopénico, lo que facilita su uso hasta en pacientes con huesos osteoporóticos, y permite hacer perfecta presa de los fragmentos fracturarios sin importar la edad del paciente (9). También para su diseño se tomaron en consideración las fuerzas físicas que atraviesan la muñeca, y le permite resistirlas, ofreciendo entonces un medio ideal de fijación en la EDR.

Es importante tener en cuenta que poseer un abordaje que facilite realmente el procedimiento, que relaje las estructuras comprometidas, simplificando la reducción de los fragmentos óseos fracturarios y que permita la fácil manipulación y visualización es quizás el ideal. El **Abordaje Standard** de Henry (17, 18) permite exponer de una manera fácil ambos lados de la fractura (palmar y dorsal) a diferencia de otros abordajes tradicionales palmares.

Recientemente se hicieron modificaciones al abordaje Standard de Henry, esto es lo que ha permitido aportar un pequeño avance en la resolución de las fracturas de la EDR y se ha denominado **Abordaje Extendido** (18)

## **6.2 Abordaje Standard y Extendido del FCR**

El Abordaje se realiza a través de una incisión a nivel de la piel sobre el tendón FCR, para localizarlo se hace una extensión forzada de la muñeca y se palpa el lado radial del extremo distal del radio, la incisión deberá tener una longitud de aproximadamente 8 – 10 cm., con una pequeña zeta al pasar por encima de los pliegues palmares de la muñeca. Esta pequeña incisión en zeta a radial – debe ser radial – realizada en un inicio pensando en el proceso cicatricial ulterior a la incisión y cumpliendo con el principio de cruzar los pliegues en zeta para facilitar la cicatrización del pliegue ha producido una mayor apertura a nivel de la incisión y relajación de los bordes de la piel circundantes a la incisión comparado con aquellos casos donde no es practicada. Una vez escindida la piel, lo primero que se expone es la fascia antebraquial, subyacente a la misma discurre el tendón del FCR, se practica una incisión longitudinal para liberar el FCR de su vaina tendinosa, realizándose la sección o corte del techo de la vaina tendinosa, liberándolo bien proximal y distal hasta la tuberosidad del Escafoides para favorecer la exposición, teniendo cuidado con la arteria radial superficial que discurre cercana a esta estructura. Este punto de la liberación es muy importante no solo por lo delicado de tener tan cerca la arteria radial, sino por la importancia en su liberación para la relajación de las estructuras y la apertura que dará a la incisión final. Se realiza retracción del FCR hacia el lado cubital – va mejor -, con protección sobre el nervio mediano, y queda expuesto el piso del FCR. Se había cortado el techo y expuesto el FCR, al movilizarlo a cubital lo que queda expuesto es el piso de su vaina tendinosa. Se escinde longitudinalmente, tomando las mismas precauciones de liberarlo proximal y distal, importante como en el paso anterior, a nivel distal se debe liberar bien, ya que es una vaina que envuelve al tendón del FCR, liberar bien distalmente tanto por encima del tendón como por debajo del mismo, el abordaje continua en profundidad a través del espacio entre el flexor pollicis longus y el septum radial, donde los numerosos vasos perforantes musculares requerirán de su cauterización, siguiendo en profundidad usando disección digital, hasta observar el Espacio de Parona, se sabrá que se encuentra ahí una vez se observe el Pronador cuadrado en el fondo, ya que es un espacio virtual entre los tendones flexores y el pronador cuadrado, observando el radio distal, el pronador cuadrado, normalmente con alguna disrupción producto de la fractura y la porción palmar proximal de la cápsula radial, con la Zona de Transición Intermedia que los une. Se realiza sobre el pronador cuadrado una incisión en “L”, distal justo por el límite entre la Zona de transición y el extremo más distal del pronador y lateral radial, liberándolo a través de una incisión en “L”, de radial a cubital, exponiendo la fractura.

Esto es lo se denomina un Abordaje Standard Palmar, pero algunos casos donde ha ocurrido impactación, o pérdida de la longitud del radio, se requiere de poder traccionar con facilidad para obtener la reducción o desimpactación de los fragmentos, y a su vez que las estructuras o tejidos permanezcan sin tracción durante el resto del procedimiento, lo que permite mientras se fija, no tener que estar forcejeando con los tejidos; siendo necesario relajar las estructuras blandas fijas al fragmento distal: Primer Compartimiento e inserción del Braquiorradialis.

En otros casos es necesario poder acceder al lado dorsal de la fractura o requerir el uso de la técnica intrafocal para la reducción de los fragmentos intraarticulares, (esto no es más que usar los huesos carpianos a modo de molde para poder recolocar los fragmentos fracturarios intraarticulares), para ello se extiende el abordaje tradicional.

**El Abordaje Extendido del FCR**, esta basado en la liberación del Septum Radial, liberación periférica del fragmento proximal y la promoción del fragmento proximal fuera del plano de la fractura que nos permite el acceso al lado dorsal e intrafracturario.

El Septum radial proximalmente es una simple pared facial que separa el compartimiento extensor del flexor, y distalmente se transforma en una estructura más compleja formada por el primer compartimiento extensor y la inserción del braquioradialis. La liberación del Septum Radial, se realiza mediante la apertura del primer compartimiento extensor y retracción a radial del extensor corto y abductor largo del pulgar, el braquioradialis es liberado desde su inserción a hueso a través de la realización de una incisión “Z” sobre la porción más distal, protegiendo la arteria radial distalmente.

El fragmento proximal debe ser desperiostizado, para permitirnos su manipulación, recordando que el aporte sanguíneo del fragmento es endosteal, por ende al desperiostizarlo no se pone en riesgo su irrigación. Para completar la exposición se proná el fragmento con la ayuda de una pinza, permitiendo tener bajo visión directa los fragmentos intraarticulares, pudiendo manipularlos directamente y usar el carpo como molde en su reducción. Seguido a la reducción de la fractura, se supina el fragmento proximal con ayuda de una pinza, se coloca la placa y se repositona el Pronador Cuadrado cubriendo la placa. La zona de Transición Intermedia del Pronador Cuadrado cubre la porción más distal y el pronador redondo cubrirá el resto de la placa próximalmente.

El Abordaje Extendido es recomendado en los siguientes casos: fracturas con fragmentos intraarticulares y/o dorsales, hematoma organizado, mal uniones nacientes, mal uniones establecidas y periostio hipertrófico dorsal. El uso de este abordaje permite resolverlos, facilitando así el proceso de reducción de los fragmentos dorsales, de la reducción en las malas uniones incipientes o la realización de una osteotomía en las ya establecidas con uso de injerto óseo y por último la resección del periostio hipertrófico dorsal para facilitar la reducción.

### **6.3 Abordaje Dorsal**

Bajo el principio de fijación de la fractura según su patrón de desplazamiento, el abordaje dorsal es practicado en presencia de una fractura desplazada dorsalmente. Al revisar la literatura publicada que defiende este principio, se evidenció, una serie de complicaciones al realizar este abordaje aunadas a las complicaciones directamente relacionadas al material de síntesis empleado. (8, 9, 13).

Al igual que para el lado palmar, los estudios de RMN de la EDR (8-12), ponen en evidencia el escaso margen que otorga la naturaleza en el lado dorsal, que permita la colocación de un dispositivo para la reducción de una fractura por esta vía. La valoración de las posibilidades donde colocar un material de síntesis y la mejor vía de abordaje, demostró un solo lugar para la realización de ambas. La única zona Dorsal sin

contacto con los tendones dorsales, es un área localizada inmediatamente sobre el tubérculo de Lister en su porción más distal, que se proyecta proximalmente por el dorso del radio, proveyendo de un espacio de aproximadamente 2 a 3 cm.

Se desarrolló una vía de abordaje Dorsal que estuviera en relación con lo evidenciado, pero también implicó desarrollar un nuevo dispositivo de fijación.

Desarrollado, y bajo el nombre de Dorsal Nail plate (DNP), una placa compuesta de dos partes, una extramedular, distal que sirve para captar el fragmento distal de la fractura de la EDR de soporte subcondral de ángulo fijo, basado en el principio de que el hueso subcondral es más resistente (15) y poco afectado por el proceso osteopéxico y otro componente proximal, intramedular, unicortical, que hace presa sobre el extremo proximal fracturario. Se limitó su uso en un principio a pacientes que requerían de una reducción de la fractura, de una manera rápida, por sus condiciones pre-existentes y a un patrón de fractura a dos fragmentos, con un trazo de fractura transverso, patrón que se repite con mucha frecuencia, en pacientes de edad avanzada, que generalmente tienen asociadas otras patologías, que requieren de un procedimiento quirúrgico rápido y una resolución efectiva de su fractura a pesar de su mala calidad ósea. Actualmente se está usando en todos aquellos pacientes sin depender de su edad o calidad ósea que presenten una fractura a dos fragmentos.

#### **6.4 Abordaje Dorsal Mínimo Invasivo**

Bajo anestesia local más sedación o bloqueo regional, se realiza una incisión longitudinal de 3-4 cm. sobre el Tubérculo de Lister, la vaina del Extensor Pollicis Longus (EPL) es usualmente localizada por estar distendida por la presencia de cierta cantidad de sangre, la vaina del EPL es escindida tanto proximal como distalmente al Tubérculo de Lister, teniendo cuidado al hacerlo distalmente y de no lesionar las ramas sensitivas del nervio radial. El EPL es retraído hacia el lado Radial y el tubérculo de Lister es expuesto subperiosticamente y reseca en su protuberancia bajo presión digital esto es posible por que usualmente esta conminuto o removido quirúrgicamente. Esto crea una superficie plana donde será asentada la cabeza del implante o porción extramedular. Se continúa con la disección sobre el fragmento proximal del radio, exponiendo el sitio de la fractura y lado dorsal óseo. La cabeza del implante es colocada sobre el piso del 3er. compartimiento extensor y sobre el espacio previamente ocupado por el tubérculo de Lister, para ser usada – a modo de guía- donde se deberá realizar en el borde distal dorsal del fragmento proximal del radio una pequeña muesca, para dejar pasar el cuello de la placa, que sería el punto intermedio entre la porción externa dorsal y la porción interna intramedular de la placa. El canal intramedular debe ser previamente abierto con el uso de una guía. La placa se introduce de manera retrógrada a en la línea de fractura, a través de la muesca, dentro del fragmento proximal y es avanzada con movimientos suaves oscilantes. La cabeza de la placa ha quedado localizada sobre el fragmento distal de la fractura, procediéndose a realizar con la ayuda de una broca de 2.0 mm el primer orificio, el más distal, para la colocación de un perno, una imagen fluoroscópica debe hacerse en este momento para evidenciar la exacta posición subcondral de la punta. Siendo este perno quien determina la inclinación palmar del fragmento distal, se coloca el perno, luego se colocan los tornillos bloqueados unicorticales usando para ello la guía de los mismos, estos tornillos determinaran la longitud radial final. Finalmente, se procede a colocar los pernos distales restantes. Quedando así reducida la fractura, y los tendones extensores 2°. Y 4°

vijando a cada lado de los bordes de la placa y el EPL proximal a la cabeza de la misma.

En este tipo de abordaje se recomienda, inmovilización con férula por dos o cuatro semanas. Debe estar dirigido a pacientes con una fractura a dos fragmentos con un trazo transversal, sin importar la calidad ósea del paciente.

El abordaje del FCR, Abordaje de Henry, Abordaje Standard (modificado de Henry) y el Abordaje extendido, pueden ser usados para la colocación de cualquier material de síntesis del lado palmar de la EDR. El detalle del **Abordaje Standard** permite una mejor reducción de la fractura y un mejor manejo de las partes blandas circundantes.

El **Abordaje Extendido**, constituye un gran aporte a la resolución de las fracturas de la EDR, ya que nos permite sin importar el tipo de fractura, ni su patrón de desplazamiento, poder resolver de una manera eficaz las fracturas a este nivel, solo su correcto desarrollo, plano a plano, tal y como se describió, permitirá la relajación de las estructuras, facilitando así su manipulación y reducción, con poco esfuerzo para el cirujano y excelente resultado para el paciente.

## **7. CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS DISTALES DEL RADIO**

Sin duda esta región anatómica se presenta como una zona de alta incidencia con patologías complejas y variadas como consecuencia de la concentración de altos niveles de energía. La velocidad y la concentración de cargas en este punto significaran una fuente de patología localizada en esta zona, lo que justifica una atención especial tanto en la forma de considerar el diagnóstico como la de justificar los mejores tratamientos.

Las causas que condicionan la mayoría de estos accidentes están relacionadas con hechos muy concretos como son las precipitaciones y los accidentes de tráfico en general, en los que la velocidad de incidencia es la causa fundamental del conjunto de lesiones referidas. Por este mismo hecho es habitual la aparición de lesiones complejas así como asociadas a distintas zonas anatómicas incluso lesiones bilaterales. Todo esto genera un gran esfuerzo técnico en la definición de estas lesiones y el posterior tratamiento medico quirúrgico y rehabilitador. Esto provocara largos periodos de tiempo en relación a la incapacidad temporal del paciente y al mismo tiempo un importante riesgo de secuelas que cursaran con un índice de mayor a menor grado de incapacidad.

Por este motivo diversas escuelas a lo largo del tiempo y de los últimos años han estudiado múltiples formas de clasificar con diversos criterios este tipo de lesión analizando la forma y los distintos aspectos físicos de la lesión.

El diagnóstico por imagen es fundamental para la valoración del traumatismo. La radiología convencional marcará la base para la clasificación y con ello poder justificar una opción valida dentro de los diversos tratamientos posibles. Las proyecciones básicas: anteroposterior, lateral y oblicuas correctamente realizadas y relacionadas con la radiología de la muñeca sana serán elementales para definir el tipo y alcance de la lesión en el lugar donde se atienda.

La TC y la RM son pruebas alternativas y que en primer momento no son de elección, necesarias en un segundo término para mejorar la visualización de los estudios radiológicos orientados en algún sentido más especial de su patología.

Los parámetros radiológicos que se tienen en consideración son los convencionales, tales como la angulación de los fragmentos, la conminución, el acortamiento del eje longitudinal del radio y el desplazamiento secundario.

### **7.1 CLASIFICACIONES CLÁSICAS**

Si bien las observaciones de Colles, Barton, Smith, Pouteau y Goyrand (1,2, 3, 4, 19) fueron realizadas en cadáveres, sus descripciones sobre la morfología de las fracturas de radio distal han servido de guía para los cirujanos durante más de 150 años.

El desarrollo de la radiología permitió valorar el grado de desplazamiento y la afección articular de este tipo de lesiones. Distintos autores han definido diversas formas de interpretar la clasificación de este tipo de fracturas. Unas han enfocado el tema en relación a la gravedad de las lesiones óseas y articulares, otras en base a la inestabilidad, otras en base al mecanismo de producción y otra en relación a la distinta variedad anatomopatológica de las mismas. Todas ellas en general han mantenido su valor e

interés en la historia de esta patología. Todas ellas han cumplido su utilidad y han ayudado a comprender y trabajar mejor en estas lesiones.

Burnstein definió que toda clasificación debe ser funcional y útil. Para ser funcional, debe tener una alta reproductibilidad interobservador o una alta realizabilidad y reproductibilidad intraobservador. Para ser útil, debe ayudar al cirujano en la elección del mejor método de tratamiento para la fractura, así como permitirle estimar de una forma aproximada el resultado de dicho tratamiento.

TABLA 1. Clasificaciones de las fracturas del radio distal	
Parámetro de estudio	Clasificación
Grado de conminución	Garland y Werley, 1951 (21) Older, 1965 (22) Jenkins, 1989 (23)
Desplazamiento radiológico	Lidstrom, 1959 (24) Sarmiento, 1962 (25) Universal (Rayhack), 1990 (26) AO/ASIF (Mueller), 1990 (27)
Afección articular	Frykman, 1967 (28) McMurthy y Jupiter, 1991 (29) Melone, 1993 (30) Clínica Mayo (Cooney), 1993 (31)
Mecanismo de lesión	Castaing, 1964 (32) Fernandez, 1993 (5)

Fruto de estas reflexiones se puede definir a una clasificación como útil cuando asiente las bases para iniciar el manejo exitoso de estas lesiones, de tal modo que las características a considerar incluyen que sea:

- Descriptiva.
- Sencilla de entender.
- Metódica.
- Práctica en su aplicación.
- Básica para el tratamiento.

Al mismo tiempo relacionaría entre sí los distintos parámetros de medición radiológica de estas lesiones valorando:

- Tipo de fractura
- Gravedad objetiva
- Desplazamiento de los fragmentos.

Una vez encuadrado el tipo de lesión se relacionaría directamente con los criterios estabilidad de la misma y como conclusión de los mismos marcará una pauta a seguir en el tratamiento de la lesión en estudio.

Los criterios deben marcarse desde la calificación de la lesión relacionados con la estabilidad de la misma y con ello sugerir una pauta de tratamiento a aplicar. El área donde aplicar este tipo de criterios será el de la urgencia primaria con una radiología básica y bien realizada que conllevará ya respuesta a las preguntas: ¿Qué hacer?, ¿Cómo puedo enfocar este tratamiento? Y ¿Cómo debo realizarlo?

## 7.2 CRITERIOS RADIOLOGICOS A VALORAR

### Acortamiento

Desplazamiento proximal de la epífisis distal del radio en el eje longitudinal del mismo.



Acortamiento radial. (medición de la varianza cubital.)

### Angulación

Inclinación del fragmento de mayor tamaño en relación a la cara articular del radio y en cualquier plano del espacio. Se considera severo si es más de 10°.



Angulación de los fragmentos.

### Hundimiento

Desplazamiento proximal de la superficie articular del radio en relación a su eje longitudinal.

Fig. Hundimiento de la superficie articular del radio

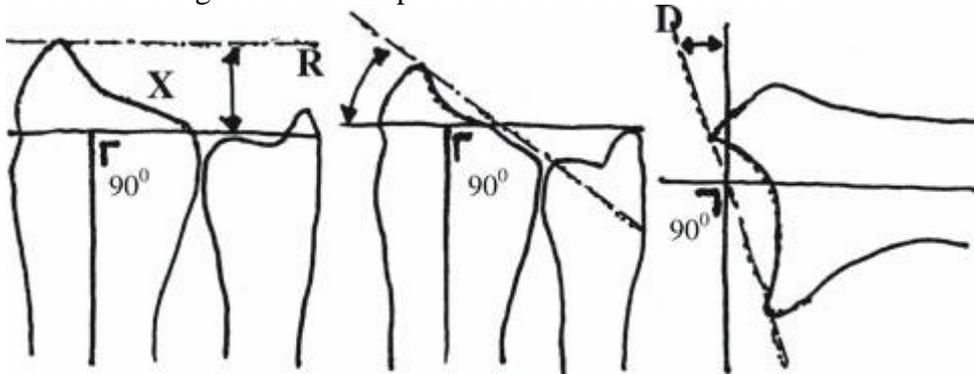
### Fragmentación

Número de elementos óseos en los que se haya definido la fractura. Se considerará severa, cuando dos o más de ellos estén separados más de 3 mm, sin valorar la conminución o número de ellos que se pueda presentar.



Fig. Fractura multifragmentada.

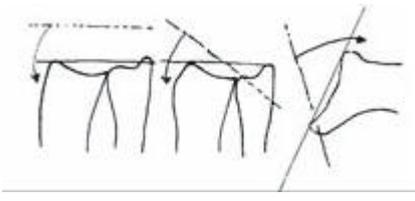
Valores radiológicos normales para el extremo distal del radio.



Longitud radial X = 11 mm    Inclinación Radial R = 22    Angulación palmar D = 10

Se considera como:

<p><i>Excelente</i> Sin deformidad o con deformidad insignificante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Angulación dorsal que no excede 0° (neutral)</li> <li>- Acortamiento radial menor de 3 mm.</li> <li>- Pérdida de la inclinación radial de 4° o menor</li> </ul>	
<p>Buena. Deformidad leve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Angulación dorsal de 1 - 10°,</li> <li>- Acortamiento radial de 3 - 6 mm.</li> <li>- Pérdida de la inclinación radial de 5 - 9°.</li> </ul>	

<p>Regular</p> <p>Deformidad moderada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Angulación dorsal de 11 - 14°,</li> <li>- Acortamiento radial de 7 – 11 mm</li> <li>- Pérdida del ángulo radial de 10 -14°.</li> </ul>	
<p>Mala:</p> <p>Deformidad severa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Angulación dorsal que excede 15°,</li> <li>- Acortamiento radial mayor de 12 mm</li> <li>- Pérdida de la inclinación radial mayor de 15°.</li> </ul>	

### Clasificaciones

Existen multitud de sistemas utilizados para clasificar las fracturas de radio distal. La clasificación propuesta por la AO/ASIF se utiliza con frecuencia en los trabajos científicos, pero no es una clasificación muy práctica.

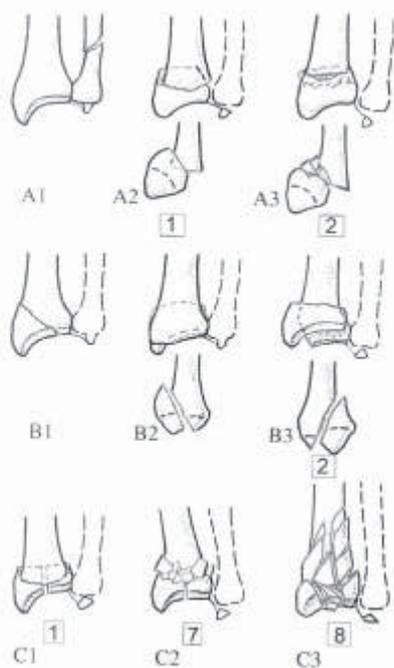


Fig. Clasificación AO para fracturas distales del radio.

Una de las clasificaciones de mayor utilidad en la práctica clínica es la propuesta por Fernández, que distingue cinco tipos principales:

- Tipo I. Fractura por inflexión metafisaria con grados variables de conminución y desplazamiento. Este tipo de fracturas son las potencialmente inestables.
- Tipo II. Fractura por cizallamiento articular con desplazamiento y número de fragmentos variables. Estas fracturas son siempre inestables.
- Tipo III. Fractura por compresión articular con desplazamiento, conminución y lesiones asociadas de

partes blandas variables. En estas fracturas domina el grado de incongruencia articular.

-Tipo IV. Fractura-luxación radiocarpiana, generalmente fracturas-luxaciones del carpo que incluyen fractura de la estiloides radial. Estas fracturas son extremadamente inestables.

-Tipo V. Combinación de los tipos previos como resultado de un traumatismo de muy alta energía y frecuentes lesiones asociadas de partes blandas y defectos óseos.

El tratamiento conservador sólo suele ser eficaz en un porcentaje de las fracturas tipo I. Los demás tipos de fracturas presentan generalmente un grado excesivo de incongruencia articular e inestabilidad y requieren habitualmente tratamiento quirúrgico.

Frykman realizó una clasificación basada en la afección de las articulaciones radiocarpiana y radiocubital distal (20), así como la presencia o ausencia de fractura de la estiloides cubital. No incluye la dirección del desplazamiento inicial, la conminución dorsal ni el acortamiento del fragmento distal por lo que tiene poco valor en la elección del tratamiento.

## **8. LESIONES ASOCIADAS A LAS FRACTURAS DEL EXTREMO DISTAL DEL RADIO.**

Las fracturas del extremo distal del radio (FEDR) no suelen presentar lesiones asociadas de gran entidad, excepto en pacientes jóvenes donde el traumatismo suele involucrar un cierto nivel de energía destructora. Existen tres tipos de lesión asociada: 1) fracturas de los huesos carpianos, 2) lesiones de los ligamentos carpianos, y 3) lesiones de partes blandas. Los problemas más frecuentes son los que resultan de la rotura de los ligamentos escafolunares, de los ligamentos piramidolunares, o de la avulsión del fibrocartílago triangular.

### **8.1 DISOCIACION ESCAFOLUNAR.**

En términos generales se puede afirmar que nunca aparecen dos lesiones en un mismo segmento al mismo tiempo. Normalmente, la energía traumatizante inicia su proceso destructor en un punto, en este caso en forma de FEDR. Cuando la fractura, inicialmente inestable, se vuelve estable por empotramiento metafisario (fractura bloqueada por hundimiento del fragmento distal dentro del proximal) la energía del traumatismo (hiperextensión apoyada, más un cierto componente de supinación mediocarpiana) para a disiparse en forma de disrupción progresiva de los diferentes componentes de la membrana escafolunar, empieza siempre por el ligamento escafolunar palmar. Así se explica porqué muchas fracturas, sobre todo por traumatismos de baja energía en pacientes con osteoporosis, no presentan lesiones ligamentosas asociadas.

Geissler y cols. (33) exploraron artroscópicamente 60 muñecas afectadas de una fractura intraarticular de radio distal. Un 32% presentaban una lesión de los ligamentos escafolunares. La mayoría tenían sólo un componente de distensión y/o rotura parcial de la porción palmar del complejo ligamentoso escafolunar. Lindau, Richards y Mehta (34-36), tras estudios similares, llegaron a conclusiones parecidas: poco más de un tercio de todas las FEDR presentan una disrupción parcial (raras veces completa) del complejo ligamentoso escafolunar. Si anteriormente a la introducción de las técnicas artroscópicas se pensó que estas lesiones ligamentosas eran poco frecuentes fue porque, por una parte, no se tenían los medios para su diagnóstico, y por otra, porque éstas solían cicatrizar sin dejar evidencias de su existencia al ser convenientemente inmovilizadas.

Cuando una fractura ha sido consecuencia de un traumatismo de una cierta violencia (precipitación desde una altura, colisión a gran velocidad) uno tiene siempre que pensar que, aparte de la lesión ósea evidente, puede existir también una lesión ligamentosa asociada. El análisis radiográfico exhaustivo de la muñeca puede ya ofrecer detalles sugestivos de lesión (diastasis escafolunar, ángulo escafolunar aumentado), pero es sobre todo la radiografía en tracción la que en la mayoría de casos nos delatará la lesión ligamentosa. Efectivamente, es recomendable siempre obtener placas radiográficas bajo tracción axial máxima de toda fractura-luxación del carpo. Dichas radiografías suelen proporcionar mucha información.

Hay tipos de fractura en los que existe una especial incidencia de lesiones escafolunares asociadas: 1) fracturas por compresión axial cuyo trazo intraarticular coincide con la cresta sagital entre las fosas del semilunar y escafoides, 2) fracturas intraarticulares con hundimiento selectivo de la faceta semilunar (dye-punch), y 3) fracturas por

cizallamiento transversal (fracturas tipo Hutchinson o “chauffeur”). En todas ellas se aconseja plantear una artroscopia exploradora que aclare el alcance de dichas lesiones.



Disociación ascafolunar, con hundimiento de la superficie articular radial.

**Tratamiento:** En general se admite que el tratamiento más adecuado de una inestabilidad carpiana será aquel que tenga como objetivo reparar la causa inicial del proceso desestabilizante; es decir, reparar los ligamentos dañados, consolidar anatómicamente las fracturas y/o reestablecer un adecuado feed-back propioceptivo entre los mecanorreceptores capsulares y los músculos que controlan el carpo. Decidir en cada caso cual es el tratamiento ideal no es fácil. En las lesiones agudas asociadas a una FEDR, en cambio, resulta algo más fácil. Efectivamente, siempre han existido este tipo de lesiones y, sin embargo, raras veces acabaron dando problemas. Ello parece indicar que, tan solo inmovilizando la muñeca durante el período de tiempo necesario para consolidar la FEDR, las lesiones ligamentosas concomitantes suelen cicatrizar, o cuanto menos lo hacen parcialmente, de modo que no suelen quedar secuelas. En realidad, muy a menudo son lesiones parciales de la porción anterior del complejo escafolunar, bien vascularizadas y que, por tanto, gozan de un buen potencial cicatricial. Sin duda alguna, la secuela más frecuente de una FEDR casi nunca es inestabilidad escafolunar, sino un exceso de artrofibrosis con pérdida de movilidad. Ello no significa que en casos seleccionados, donde la lesión escafolunar es del tipo estático (lesión completa, con disociación carpiana permanente), no esté indicada una reparación quirúrgica de los ligamentos lesionados con anclajes metálicos, más una fijación percutánea con agujas Kirschner, que se mantendrán por un periodo de como mínimo 6 semanas. En caso de que la FEDR precise de la colocación de un fijador externo para neutralizar la fractura, se recomienda con mayor motivo bloquear la articulación escafolunar con agujas, puesto que el fijador puede traccionar excesivamente el escafoides y separarlo del semilunar con lo que los extremos del ligamento lesionado pueden no estar en contacto para una adecuada cicatrización.

TABLA 1. Lesiones asociadas del fibrocartilago triangular (FCT, de los ligamentos escafolunares o de los ligamentos piramidolunares en pacientes jóvenes afectados de una fractura del extremo distal del radio				
Autores (ref)	N:	FCT	Escafolunar	Lunopiramidal
Geissler et al (33)	60(*)	49%	32%	15%
Lindau et al (34)	50(**/**)	78%	54%	65%
Richards et al (35)	64 (*)	35%	21%	7%
Richards et al (35)	73 (**)	53%	7%	13%
Mehta et al (36)	31(*)	58%	85%	61%
Shih et al (36)	33 (*)	54%	18%	12%
<b>TOTAL</b>	<b>311</b>	<b>55%</b>	<b>36%</b>	<b>28%</b>

(\*) fracturas intraarticulares (\*\*) fracturas extraarticulares

## 8.2 DISOCIACION PIRAMIDOLUNAR

La asociación de una FEDR y la disrupción parcial o completa del complejo ligamentoso lunopiramidal se produce en una proporción promedio del 28%. Según Richards(35), son más frecuentes en fracturas extraarticulares (13%), que intraarticulares (7%). La producción de las mismas tiene que ver con la acción cizallante del pisiforme sobre el piramidal, forzando su desplazamiento dorsal-proximal, mientras que el semilunar se ve protegido contra dicho desplazamiento por la porción más interna de la faceta articular del radio. El diagnóstico, salvo raras excepciones en que es evidente radiográficamente, debe hacerse por artroscopia. En caso de no hacerse, tampoco suele pasar nada pues el ligamento palmar lunopiramidal raras veces se lesiona (en la mayoría de casos son roturas parciales) y de hacerlo está muy vascularizado y consolida dentro del plazo en que tarda en curar la fractura del radio. No obstante, en caso de descubrirse artroscópicamente, es aconsejable una fijación percutánea con agujas Kirschner introducidas, a ser posible, bajo control artroscópico mediocarpiano. Los resultados de este tipo de tratamiento son excelentes o buenos en más de un 80% de los casos. Tal y como se mencionaba para las lesiones escafolunares, son rarísimos los casos en que aparezca una inestabilidad lunopiramidal residual tras una FEDR.

## 8.3 LESION DEL FIBROCARILAGO TRIANGULAR

La rotura-avulsión de la inserción foveal del fibrocartílago triangular en el curso de una FEDR desplazada no es excepcional. Estudios artroscópicos indican que se presenta aproximadamente en un 55% de los casos. La lesión aparece en una proporción similar tanto en fracturas extraarticulares como intraarticulares. Tal incidencia no debería extrañar. Efectivamente, tras la fractura, la extremidad distal del radio suele migrar proximalmente a la vez que se desvía en dirección radial bajo la influencia del músculo braquioradialis. Con ello, la distancia entre el borde medial del radio y la fóvea basiestiloidea del cúbito aumenta. Como consecuencia, y siendo el fibrocartílago triangular poco elástico, se produce su arrancamiento por la zona donde menos superficie de inserción existe, es decir, por la fóvea. Sólo en raras ocasiones se desinserta por su borde radial.



Desplazamiento proximal del radio que lesiona el fibrocartílago triangular.

El diagnóstico puede ser radiológico o artroscópico, pero sobre todo debe basarse en una sistemática evaluación clínica. Sin excepción, toda FEDR, una vez reducida y estabilizada, o antes de colocársele la inmovilización enyesada, debe ser explorada para descartar una inestabilidad radiocubital mediante la maniobra del “bamboleo” radiocubital. Si existe un desplazamiento claramente superior en el lado fracturado que en el lado sano, es muy probable que el paciente presente una lesión importante del fibrocartílago triangular, requiriendo su reparación ya sea artroscópica o a cielo abierto en la mayoría de series, el porcentaje de inestabilidad radiocubital residual tras una FEDR es del orden del 15%, siendo ésta, sin duda, la causa principal de muchas secuelas. No explorar sistemáticamente la estabilidad radiocubital en toda FEDR, con todo lo que conlleva en cuanto a ignorar la existencia y por tanto a no tratar la inestabilidad residual, es hoy en día inaceptable.

#### **8.4 FRACTURA DE LA ESTILOIDES CUBITAL**

En más de la mitad de los casos, las FEDR suelen acompañarse de una fractura de la apófisis estiloides cubital. Dicha lesión, no obstante, no necesariamente implica una inestabilidad radiocubital. Efectivamente, solo 10 de las 31 fracturas de estiloides cubital tratadas por Lindau y cols (34), presentaban inestabilidad clínica de la articulación radiocubital distal, y 9 de 20 pacientes en la misma serie no presentaban fractura de estiloides cubital y, no obstante, sufrían inestabilidad a ese nivel. En consecuencia, no hay que tratar sistemáticamente las fracturas estiloidales a no ser que representen claramente un riesgo de inestabilidad residual notable. Efectivamente, hay avulsiones distales de la apófisis estiloides cubital que pueden ignorarse pues no van a dejar, salvo raras excepciones, ningún tipo de problema. Una vez más, la decisión de intervenir y fijar una fractura de este tipo dependerá siempre de que la misma esté o no asociada a una maniobra de “bamboleo” radiocubital positiva. Dicho de otro modo, toda subluxación pasiva radiocubital, tenga o no fractura de estiloides cubital, debe abordarse quirúrgicamente (fijación percutánea u osteosíntesis a cielo abierto) a fin de evitar ese 15% de inestabilidad radiocubital residual que evidencian todas las series publicadas.



Fractura de la estiloides cubital asociada a fractura de radio distal.

## **9. METODOS DE VALORACION FUNCIONAL**

El mecanismo lesional en fracturas distales de radio habitualmente requiere un impacto de alta energía, ocurriendo frecuentemente la asociación con otras lesiones del carpo. La reducción anatómica de la fractura y estabilización posterior de la misma, debe ser el objetivo fundamental a la hora de plantear el manejo terapéutico de esta fractura (37, 39).

Se dispone de una importante variedad de posibilidades terapéuticas cuya indicación viene condicionada por diversos factores como el grado de conminución de la fractura, la severidad de la afección articular, el grado de desplazamiento de los fragmentos, la edad del paciente y lesión de las partes blandas (37, 38).

La elección del tratamiento a seguir ha sido motivo de controversia, en parte, por el criterio profesional, la experiencia del traumatólogo y la edad del paciente. No obstante y aun existiendo unanimidad sobre la indicación quirúrgica de ciertas fracturas de la extremidad distal del radio, pueden llamar la atención, los buenos resultados funcionales alcanzados tras fracturas de la extremidad distal del radio, que hacían sospechar una evolución tórpida y ante las cuales se había optado, de entrada, por la realización de tratamiento ortopédico (39).

En un estudio realizado con 592 pacientes, se registró un 22,3% de casos que finalizaron su tratamiento con el reconocimiento de algún tipo de secuela, pero lo más relevante es que el 4,3% del total de los pacientes fueron tributarios del reconocimiento de Incapacidad Permanente en alguno de sus grados (40, 41).

Es imprescindible llegar a calificar el resultado de los diversos tratamientos, mediante “herramientas” objetivas que permitan medir la situación funcional alcanzada.

Dentro de las escalas de valoración funcional se pueden emplear:

1. Escalas genéricas como la EVA para medición del dolor.
2. Escala de Garland y Werley, modificada por Sarmiento y la Escala de Fernández, como específicas para las fracturas de la extremidad distal del radio.
3. Cuestionario DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) como expresión de la función global del miembro superior.
4. Tests de función global de mano como el test de Jebsen y el Purdue Pegboard test descrito por Tiffin y Asher en 1948.

En definitiva, el objetivo de esta revisión es aportar los resultados del tratamiento de las fracturas de la extremidad distal del radio, con especial referencia a la capacidad funcional alcanzada, evaluada mediante la Escala de Fernández y dinamometría isométrica e isocinética.

**Se realizó un estudio prospectivo observacional, en pacientes elegidos de forma consecutiva con el diagnóstico de fracturas de la extremidad distal del radio unilateral. El tratamiento de elección fue, en unos casos ortopédico y en otro quirúrgico, entendiéndose como tal la reducción y posterior estabilización mediante distintos tipos de procedimiento (osteosíntesis con agujas, placa atornillada y fijador externo). La valoración de resultados se realiza al año de la lesión ya que nuestro objetivo es conocer el resultado a medio plazo en estas lesiones.**

## Pacientes

El estudio ha sido llevado a cabo sobre 19 pacientes, tratados por fractura de la extremidad distal del radio y que en el momento de redactar este trabajo han finalizado el periodo de seguimiento. La edad media de los mismos es de 41 años y solo 4 de ellos son mujeres. Este estudio tiene la consideración de informe preliminar habida cuenta de que la serie completa de pacientes no ha completado el periodo de seguimiento establecido. El tratamiento seguido por estos pacientes se recoge en la Tabla 1.

En nuestro protocolo de tratamiento se incluye el inicio de programas de rehabilitación desde el mismo momento de la retirada de la inmovilización. En el caso de los pacientes tratados con síntesis percutánea con agujas de Kirschner, incluso iniciamos el periodo de rehabilitación en torno a las 4 semanas, antes de la retirada de las agujas. Entendemos que en el caso de la fijación rígida interna mediante placa atornillada, se puede iniciar precozmente dicho tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Número de Pacientes</b>
Ortopédico	9
Agujas	6
Placas	3
Fijación externa	1
<b>Total</b>	<b>19</b>

## Criterios de inclusión.

1. Fracturas unilaterales de extremidad distal de radio, sin lesiones asociadas.
2. Fracturas de alta energía.
3. Accidentes de trabajo.
4. Tratamiento íntegro y seguimiento en nuestro Centro, hasta cumplir el año de seguimiento.

## Criterios de exclusión

1. Existencia de lesiones asociadas en miembro superior.
2. Patología previa en cualquiera de los dos miembros superiores, dado que ello podría falsear la interpretación de resultados ya que la magnitud del déficit en las pruebas dinamométricas se establece por comparación con el lado sano.

## Métodos de valoración

1. Escala de Valoración Funcional. La escala utilizada es la escala de Fernández. Le hemos incluido dentro de nuestro protocolo de evaluación por su sencillez y utilidad. Esta Escala asigna una puntuación en sentido decreciente en base a diferentes ítem:

- Dolor radiocarpiano
  - Ninguno 4 puntos
  - Leve 2 puntos

- |          |          |
|----------|----------|
| Moderado | 1 punto  |
| Severo   | 0 puntos |
- **Dolor radiocutital:**

Ninguno	4 puntos
Leve	2 puntos
Moderado	1 punto
Severo	0 puntos
  - **Flexo-extensión del carpo:**

130° - 140°	4 puntos
100° - 129°	3 puntos
80° - 99°	2 puntos
Inferior a 79°	1 punto
  - **Rotación antebrazo:**

160° - 180°	4 puntos
140° - 159°	3 puntos
120° - 139°	2 puntos
Inferior a 120°	1 punto
  - **Fuerza de presión.**

Superior a 80%	4 puntos
65% - 79%	3 puntos
40% - 64%	2 puntos
Inferior a 40%	1 punto

Esta escala tiene una graduación cualitativa de resultados en función del siguiente criterio:

Excelente	18/20
Bueno	15/17
Regular	12/14
Malo	Inferior a 11

2. Estudios dinamométricos. Se realizan comparando miembro afecto y sano, con el objetivo de cuantificar la magnitud de los déficits.

Se realiza un protocolo que incluye:

1. Test de presión Isométrica. Estudiando Fuerza Máxima de presión isométrica en ambas manos. Se empleó el dinamómetro electrónico Jamar, herramienta absolutamente validada por numerosos estudios, se realiza el test en cada una de las cinco posiciones del dinamómetro, cuidando puntualmente las recomendaciones de la American Society of Hand Therapists y de la American Society for Surgery of the Hand. En cada uno de los test se realizan tres ejercicios de presión isométrica, en máximo esfuerzo. Posteriormente se toma el valor más alto alcanzado en cada una de las posiciones del dinamómetro.

Cada uno de los intentos consiste en un ejercicio de presión instantánea en máximo esfuerzo. Entre cada dos intentos se deja una pausa de reposo de 3 s. con la finalidad de suprimir la influencia que pueda tener la fatiga muscular para falsear los resultados.

**2. Fuerza máxima isométrica de pinza término-terminal, lateral y tridigital.** Mediante piezómetro electrónico digital se determina la Fuerza Máxima Isométrica para cada uno de los tipos de pinza descritos. Se realizan tres intentos para cada ejercicio y se toma el valor más alto alcanzado. Se realiza en ambas manos y se establecen las diferencias porcentuales entre ambas (40, 46, 47).

**3. Fuerza de prensión isocinética.** Se emplea el Dexter Hand Evaluation. Es un dinamómetro electrónico que permite la realización de ejercicio de prensión en esfuerzo isocinético. La ventaja de este tipo de trabajo muscular, es que demanda la máxima capacidad de esfuerzo que puede desarrollar un grupo muscular y se convierte, por tanto, en el método idóneo para el análisis de la capacidad de fuerza (40, 46, 47).

El protocolo seguido en el test isocinético de prensión consiste en realizar cinco ejercicios de prensión con cada mano. Se hacen de forma consecutiva y la amplitud del recorrido prensil es de 4 cm. Se realizan dos test isocinéticos en velocidades angulares de 30°/s y 60°/s.

Como fruto de este test se obtienen los siguientes parámetros:

- Fuerza máxima isocinética en velocidad angular de 30°/s.
- Fuerza máxima isocinética en velocidades angulares de 60°/s.
- Trabajo por repetición en isocinético a 30°/s y 60°/s.
- Trabajo por repetición en isocinético a 60°/s.

La comparación de los valores obtenidos en ambas manos permite cuantificar la magnitud del déficit.

**Estudio isocinético de flexo-extensión del carpo.** Se realiza utilizando una velocidad angular de 45°/s. Se utiliza Dexter Hand Evaluation. Se realizan cinco ejercicios sucesivos de flexo-extensión de carpo en cada una de las manos. El arco de recorrido articular utilizando es de 60°.

Los parámetros que se obtienen son:

- Fuerza máxima isocinética de flexión dorsal del carpo.
- Fuerza máxima isocinética de flexión volar del carpo.
- Trabajo por repetición en flexión dorsal del carpo.
- Trabajo por repetición en flexión volar del carpo.

Posteriormente se debe establecer el análisis comparativo de los resultados alcanzados en ambas extremidades.

En la valoración de resultados se han ido sustituyendo pruebas manuales por tests instrumentales en función de su mayor sensibilidad y objetividad. De modo que en el momento actual la valoración de los resultados precisa la utilización de métodos cuantitativos, que hayan mostrado una alta reproductibilidad, validez y consistencia (42, 43, 45).

La correlación entre fuerza de prensión y capacidad funcional ha sido establecida de forma general. Incluso se ha testado en poblaciones con menoscabo funcional severo como es el caso de los ancianos, y los pacientes afectos de mano reumatoide (44).

La escala de Fernández es realmente útil y de muy sencilla aplicación. Ciertamente es que autores prestigiosos como Amadio defienden la utilización de otro tipo de escalas, como el “Short Form General Health survey” y el Arthritis Impact Measurement Scale. Todas las escalas pueden ser válidas y se debe optar por aquellas que puedan ser más sencillas de aplicación y las que mejor se adapten a un ámbito clínico determinado.

La determinación de la fuerza de prensión es una herramienta muy válida en la valoración funcional. Incluida en los protocolos de evaluación desde hace medio siglo, se ha ido desarrollando enormemente en las últimas décadas, y especialmente marcada la incorporación de dinamómetros electrónicos. El último gran avance es la aplicación de la valoración isocinética como prueba real de la máxima capacidad de esfuerzo tanto de prensión como del recorrido de flexoextensión de carpo.

## **10. CONTROVERSIAS EN EL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS DEL EXTREMO DISTAL DEL RADIO.**

Cuando en abril de 1814, Abraham Colles publicó en el *Edinburgh Medical and Surgical Journal* su artículo pionero sobre las Fracturas del Extremo Distal del Radio (FEDR), todavía no era posible realizar el estudio radiológico de las mismas, de tal manera que solamente pudo valorar su resultado clínico. Su reconfortante afirmación de que en el largo plazo, la única secuela era la permanencia de la deformidad resultante, solamente resulta creíble en el caso de una FEDR en una persona de edad avanzada con escasa actividad física, escenario completamente diferente de una grave FEDR provocada por un traumatismo de alta energía, y sufrida por un paciente joven con altas exigencias funcionales.

La posibilidad de basar en el estudio radiológico el tratamiento de las FEDR, no ha llevado al consenso de cual es la mejor pauta a seguir. Mientras que muchos autores han señalado la falta de correspondencia entre el resultado radiológico y el funcional, otros han justificado su intervencionismo con el argumento de que pequeñas alteraciones morfológicas, tales como un escalón de la superficie articular de tan solo 1 ó 2 milímetros conducirían inevitablemente a un mal resultado funcional.

Por otro lado, al valorar la eficacia del tratamiento “conservador” frente al tratamiento quirúrgico, debería hacerse de forma desapasionada y comparando la totalidad de la serie analizada, y no comparando los mejores resultados de los casos operados con los peores del tratamiento con yeso, con frecuencia mal realizado y peor supervisado.

La elección del tratamiento a emplear, debe basarse en el trípode del patrón de la fractura, las características del paciente y la preferencia del cirujano. Cualquier clasificación es útil si nos lleva a una elección adecuada del tratamiento.

### **10.1 TRATAMIENTO CONSERVADOR**

Charnley señaló, que la mayoría de las FEDR se producen con un componente lesional de impactación y en consecuencia con pérdida de tejido óseo esponjoso, muy especialmente en mujeres menopáusicas con osteoporosis. Esto provoca que incluso tras una aceptable reducción inicial mediante manipulación con tracción incluida, la fractura vuelva a impactarse pese a su inmovilización con el yeso.

En los pacientes jóvenes, el tratamiento conservador cuenta con la ventaja de la mejor estructura ósea, lo que permite que una vez reducida su posterior desplazamiento sea más improbable, y además el plazo necesario para su consolidación es menor. Como contrapartida, cualquier deformidad residual va a implicar un mayor riesgo de fracaso funcional a mediano y largo plazo. En los pacientes más jóvenes será necesario vigilar de cerca la buena conservación de su escayola, ya que en su mayoría no renuncian a seguir utilizando la extremidad lesionada, pese a los consejos y advertencias que el médico pueda hacerle.

Aún advirtiendo los inconvenientes que llevar un vendaje de yeso ocasiona en las actividades de la vida diaria, el criterio de la mayoría de autores, es que cualquier FEDR no desplazada, o bien desplazada pero reductible por manipulación y estable, debe ser tratada por inmovilización con yeso, con controles radiológicos periódicos hasta hacerse

patente su consolidación (48). Se evitará dejar la muñeca en posición forzada de flexión palmar e inclinación cubital (Cotton-Loder), ante cuya necesidad es preferible su fijación percutánea (48, 49, 50), que permitirá inmovilizar la muñeca en una posición neutra. Evitar reducciones e inmovilizaciones dolorosas es la mejor prevención del síndrome tipo Sudeck.



Ejemplo de fractura de radio distal con tratamiento conservador

## 10.2 OSTEOSINTESIS PERCUTÁNEA

Cuando la estabilidad de una FEDR reducida es dudosa, o se evidencia como claramente inestable, la opción de su fijación mediante clavos de Kirschner introducidas de forma percutánea, es tan antigua (Lambotte, 1907) como útil. Su mayor riesgo, es la lesión iatrogénica de la rama sensitiva del nervio radial, ya que aún conociéndose su presencia y supuesta trayectoria, el edema normalmente presente dificulta su exacta localización. Para solventar este riesgo, puede practicarse una pequeña incisión, que permita introducir una fina guía. Dependiendo del tipo de fractura, una única aguja o dos agujas, proporcionarán la estabilidad necesaria para evitar un nuevo desplazamiento interfragmentario (51).

En las FEDR cerradas, con foco de fractura conminuto, durante las décadas de los 70 y 80, se utilizó con frecuencia el sistema de Tracción Bipolar con Kirschner (TBK), derivado del descrito en 1929 por Böhler cuyo fundamento es la “ligamentotaxis” término posteriormente utilizado por Vidal para expresar como “la tracción ejercida y sostenida sobre las estructuras cápsulo-ligamentosas que ayuda a la reducción de los fragmentos desplazados que mantienen sus conexiones a las mismas”. Este hecho es especialmente cierto para los fragmentos palmares, por la fortaleza y disposición anatómica de los ligamentos radio-carpianos palmares, y de menor eficacia para los fragmentos dorsales, si bien estos pueden ser manipulados con mayor facilidad y eficacia por los dedos del cirujano.

Con la técnica TBK se tienen ventajas, limitaciones y complicaciones. Dentro de las complicaciones principales se encuentran las osteítis del cúbito. Además el tiempo necesario para obtener la consolidación es prolongado (de 8 a 10 semanas) si se pretende evitar un nuevo desplazamiento con acortamiento residual. En el momento actual es una solución de recurso, pero justificable si otras opciones técnicas de osteosíntesis no están a nuestro alcance.

Cuando existe un fragmento articular central hundido o impactado, no se conseguirá su reducción mediante tracción. Cabe la opción de intentar su reducción bajo control fluoroscópico, clavando en el mismo una aguja de Kirschner (introducida de forma percutánea o a través de una mínima incisión) y manipulando la misma a modo de joystick tratando de llevar al fragmento a su lugar original, momento en el que será fijado con otra aguja de Kirschner, generalmente introducida de forma horizontal. Es fácil de decir, pero difícil de conseguir, requiriendo equipamiento, experiencia y paciencia. Estas virtudes y requerimientos se multiplican, si se asocia el control de la exactitud de la reconstrucción de la superficie articular mediante artroscopia, que además requiere dejar transcurrir un intervalo de varios días entre el momento de la lesión y el de su tratamiento, para minimizar sus complicaciones.

### **10.3 FIJACION EXTERNA**

La irrupción de los Fijadores Externos (FE) en el tratamiento de las FEDR fue un fenómeno imparable, a finales de los 80 y en la década de los 90. Lo atractivo de sus diseños, sus ventajas teóricas, una agresiva campaña publicitaria, y el deseo de muchos especialistas por reconvertir un “intrascendente” tratamiento conservador en una “intervención quirúrgica” de mayor rango, provocó una oleada de defensores de su empleo, cualquiera que fuese la edad del paciente y el tipo de fractura. La teoría de que la “dinamización” del FE permitiría conseguir una más rápida y completa recuperación funcional fue el argumento complementario para justificar su uso.

Tuvieron que transcurrir muchos años, y la observación desapasionada de largas series, para comprobar y más tarde admitir, que el FE no era ninguna panacea. Además de su elevadísimo costo económico (especialmente en los años iniciales de empleo), no era sencillo colocarlo de la forma adecuada, no servía para resolver determinados tipos de fractura, y tenía el riesgo de que una distracción excesiva conducía de forma muy frecuente a la instauración de un síndrome tipo Sudeck, complicación que aparecía con mayor frecuencia en los pacientes en los que el FE era “dinamizado”.

En los años siguientes, autores como Agee diseñaron FE cada vez más complejos (Agee WristJack), en un intento de aumentar su eficacia en la reducción de la fractura, especialmente la báscula sagital, mediante la traslación palmar de la mano. Actualmente son más ligeros, radio-transparentes y más económicos, pese a lo cual el número de artículos defendiendo su empleo ha caído en picada en los últimos años a favor de las placas palmares. Tan inmerecidas fueron sus alabanzas iniciales como su descrédito actual. El FE sigue estando indicado en las fracturas conminutas por compresión, con la precaución de evitar la sobre-distracción de la fractura, rehuyendo su dinamización, y complementándolo con aguja(s) de Kirschner si es preciso. Con estas condiciones, sigue siendo un método válido, y en ocasiones, como sucede en determinadas fracturas abiertas, el único posible.

En los últimos años, y resucitando el concepto original del FE descrito por Ombredanne en 1929, han surgido FE (CPX, Orthofix), que se fijan al radio a nivel proximal y distal de la fractura, evitando puentear la articulación radio-carpiana. Precisa un fragmento distal lo suficientemente sólido como para proporcionar un buen agarre a los clavos o agujas distales, lo que según sus partidarios permite su manipulación. Una de sus ventajas, sería eliminar el riesgo de agravamiento de una lesión asociada incompleta de

los ligamentos escafolunares, como sucede con el FE convencional, que requiere una fijación escafo-lunar (con aguja de Kirschner) preliminar a su colocación. Además evita actuar sobre la articulación medio-carpiana, lo que facilita su recuperación funcional.



Fractura de radio tratada con fijador externo

#### 10.4 OSTEOSÍNTESIS CON PLACAS

La aplicación de placas en las FEDR, comenzó en las fracturas-luxaciones marginales anteriores (tipo Barton).

Estas placas originales, resultaban excesivamente voluminosas para su colocación dorsal, pretensión conceptualmente lógica en las FEDR con desplazamiento y conminución dorsal. Pronto se constató la dificultad de adaptarlas a la morfología del radio distal, y los frecuentes problemas irritativos de los tendones extensores. Dichos problemas intentaron solventarse con diseños especializados, como el de la placa Pi (ASIF). La persistencia de las complicaciones mencionadas las hicieron caer en desuso, si bien se ha persistido en la creación de otros modelos de “bajo perfil” (Stryker-Leibinger, ITS...) Kamath ha referido recientemente su experiencia con la placa modelo Locon-T de 1.2 milímetros, y con tornillos cuya cabeza no sobresale en el orificio en el que es colocado.

Otra alternativa técnica la constituye el sistema de implantes modulares de bajo perfil, pretendiendo una fijación específica de cada fragmento con las llamadas placas-pin, combinando agujas y tornillos. Autores como Benson y Swigart, aún defendiendo su uso, admiten que encierra una elevada dificultad técnica y un prolongado tiempo quirúrgico (50).

En los últimos años, la auténtica revolución ha sido la introducción de las placas palmares de ángulo fijo. En la cara palmar del radio, cualquier tipo de placa queda mejor cubierta por las partes blandas que en el lado dorsal, y el riesgo de lesión directa de los tendones flexores es mucho menor (52). Alcanzar el foco de fractura por la clásica vía de abordaje de Henry no es especialmente complicado, y técnicamente hablando de placas como la DVR, facilitan la reducción de la fractura, la estabilización inicial de la misma con agujas de Kirschner (a través de los orificios de la placa), y el mantenimiento del fragmento(s) distal(es), mediante los pernos o tornillos distales.

Orbay propugna su empleo en las fracturas complejas con fragmentación y desviación dorsal. El abordaje ampliado que utiliza encierra una mayor complejidad, y además de la inevitable sección del pronador cuadrado, requiere igualmente la disección y sección del supinador largo. Hasta que punto vuelve a ser funcional dicho tendón después de su sutura es cuestionable. De igual manera, y aún admitiendo su irrigación básica endostal y desde el lado cubital, hay dudas de la conveniencia de llegar a levantar y pronar el radio proximal, para poder exponer el foco de fractura y tratar de recomponer el mismo. La eficacia real de la presa que puedan hacer los pernos y/o tonillos distales, es otro motivo de duda, y el pretendido concepto de “fijador interno” de este tipo de placa, deberá superar el paso del tiempo y la experiencia de series amplias de autores imparciales.

La mayoría de las placas palmares se adaptan muy bien a la cortical palmar del radio distal, generalmente con una línea de fractura simple y en consecuencia bien conservada y relativamente fácil de ser reducida. La posibilidad de poder introducir los tornillos distales con una angulación voluntariamente elegida por el cirujano es otro avance estimable. Especial cuidado ha de ponerse en que los tornillos no sobresalgan dorsalmente, para evitar la lesión de los tendones extensores, complicación relativamente frecuente.

### **10.5 FRACTURAS ABIERTAS**

En las fracturas abiertas, la utilización de agujas de Kirschner, permiten obtener una fijación suficiente, siendo sin duda la técnica de osteosíntesis más simple, rápida y económica, y disponible en cualquier centro hospitalario. Su utilización exige que existan fragmentos del suficiente tamaño y consistencia como para que dichas agujas puedan hacer una presa suficiente. En los casos de fracturas conminutas y/o una grave lesión de partes blandas, que contraindica la necesaria aplicación de un yeso, la alternativa es el empleo de un fijador externo.

Aunque excepcional, existe la posibilidad de una lesión arterial masiva, que si no es reparada puede suponer la pérdida de la mano. Ante lesiones de esta severidad, el paciente debe ser remitido a centros especializados, con personal capacitado para reparar la lesión arterial.

### **10.6 ARTICULACIÓN RADIO-CUBITAL DISTAL**

La trascendencia de las alteraciones de la articulación Radio-Cubital Distal (RCD) como lesión asociada a las FEDR, en tiempos pasados solamente fue valorada por Frykman. Sin embargo, la experiencia clínica nos ha enseñado que con frecuencia la secuela más incapacitante es la limitación y el dolor de la pronosupinación. Algo similar debió sucederle a Penning para llegar a diseñar y utilizar el componente de fijación RCD en su Fijador Externo. Actualmente, se le presta mayor atención a este componente lesional, y muchos autores asocian la osteosíntesis de la estiloides cubital cuando se fractura en su base, y está desplazada.

Se ha realizado esta fijación con técnicas muy diversas (agujas de Kirschner, agujas roscadas tipo Sistema de Fijación de Fragmentos de Orthofix, tornillos cerclajes alámbricos...) sin poder apreciar diferencias sensibles.

## 10.7 LESIONES CARPIANAS ASOCIADAS

La coexistencia de una disociación escafo-lunar y una FEDR, fue una posibilidad raramente mencionada hasta época reciente. Una de sus razones, es que con frecuencia no se detecta en las radiografías iniciales, y no se diagnostica aún siendo evidente en las radiografías tras la manipulación, por desconocimiento del cirujano. Sin embargo es una lesión trascendente funcionalmente, que justifica su reparación quirúrgica, se puede hacer a cielo abierto, suturando o reinsertando el ligamento escafo-lunar dorsal, complementando esta reparación con la fijación mediante agujas de Kirschner de la fractura por un lado, y del semilunar al escafoides por otro.

En cuanto a las lesiones asociadas de los huesos del carpo, la más frecuente es la fractura del escafoides. Si la FEDR es merecedora de tratamiento conservador y la fractura del escafoides no está desplazada, es válido el tratamiento mediante yeso. En caso contrario, ambas fracturas serán tratadas de forma simultánea mediante osteosíntesis, en el caso del escafoides habitualmente mediante un tornillo.

Mucho más infrecuente es la presentación asociada de una fractura del semilunar. Para la que el tratamiento conservador con aparato de yeso continúa siendo vigente, a menos que exista diastasis.



Luxación del semilunar asociada a fractura de radio distal.

## 11. FIJADORES EXTERNOS

### 11.1 INDICACIONES

Las principales indicaciones de la fijación externa son (53, 54):

- Fracturas abiertas, ya que permite un fácil manejo de las lesiones de partes blandas al tiempo que disminuye el riesgo de infección que supone un material implantado en el hueso.
- Fracturas intra o extraarticulares complejas, en las que su patrón inestable y la calidad ósea no permitan otro tipo de tratamiento.
- Fracturas extraarticulares con importante conminución metafisaria en las que no es posible mantener la reducción inicialmente conseguida.
- Síndrome compartimental.



Fractura inestable meritoria de tratamiento mediante fijación externa.

Otras indicaciones son (53, 54):

- Pacientes politraumatizados, que requieren cuidados intensivos multidisciplinarios.
- Fracturas bilaterales o aquellas en que el paciente conserve una única extremidad útil.
- Desplazamientos secundarios.
- Correcciones de consolidaciones viciosas.
- Afección neurológica.
- Reducción e inmovilización provisional intraoperatoria cuando se realizan reducción abierta con fijación interna.

Al igual que en otras modalidades de tratamiento de fracturas de extremidad de radio distal hay que tener en cuenta que frecuentemente aparecen lesiones del carpo asociadas en las mismas y que pueden requerir tratamientos específicos. La lesión más común es la del fibrocartílagos triangular, origen en muchos casos de una inestabilidad radiocubital distal secundaria. Las lesiones de los ligamentos escafolunares y de los ligamentos lunopiramidales le siguen en orden de frecuencia.

## **11.2 COMPLICACIONES**

### **11.2.1 Intraoperatorias**

- Fractura del 2º metacarpiano.
- Lesión de la rama sensitiva del nervio radial.
- Lesión tendinosa.
- Colocación excéntrica de los pines, que puede condicionar un aflojamiento de los mismos o fracturas a nivel del segundo metacarpiano.

### **11.2.2 Postoperatorias**

- Redespazamiento y colapso de la fractura, que obligan al aporte de injerto o a combinar técnicas suplementarias de fijación interna.
- Infecciones del tracto de los pines, aunque en la mayoría de las ocasiones no supone un problema importante.
- Distrofia Simpática Refleja. Es la complicación que se ha descrito como más frecuente en este tipo de tratamientos . Tiene relación con una excesiva distracción del carpo y la posición forzada de la muñeca en flexión dorsal o desviación cubital. Esta nunca ha de ser excesiva y se aconseja la reducción de la misma al cabo de tres semanas si la estabilidad de la fractura lo permite. No obstante, hay que recordar que el tratamiento conservador de fracturas aparentemente simples puede complicarse también de esta manera.

El objetivo del tratamiento de las fracturas de extremidad distal del radio es la reducción anatómica y el mantenimiento de esta reducción hasta la consolidación, preservando una buena función. La fijación externa es un elemento más del arsenal terapéutico para la obtención de este fin. La edad del paciente, su actividad laboral, deportiva o sus aficiones, junto al tipo de fractura hacen que el médico decida uno u otro método de fijación (53, 54).

Y a pesar de que las indicaciones de la fijación externa hoy en día se encuentran bastante limitadas, hay ciertos casos en los que puede ser de gran ayuda. Tradicionalmente se ha asociado esta técnica con pobres resultados clínicos pero se debe considerar que se emplea en muchas ocasiones en fracturas de elevada complejidad, en las que otros tipos de tratamiento no son posibles (55).

## ***12. REDUCCIÓN INDIRECTA Y FIJACIÓN PERCUTÁNEA.***

El tratamiento inicial debe ser ortopédico, mediante manipulación bajo anestesia, reducción cerrada e inmovilización con yeso, reservando la cirugía para las fracturas inestables o cuando se origina un desplazamiento secundario no aceptable, lo que ocurre en aproximadamente el 25% de los casos (55).

Se consideran criterios de inestabilidad y por consiguiente, indicaciones de tratamiento quirúrgico, el acortamiento radiocubital distal mayor de 10mm, escalón intraarticular mayor de 2 mm, angulación dorsal mayor de 20° en el plano lateral, conminución dorsal, las fracturas que asocien luxación, las fracturas en “die-punch” y aquellas que asocien fractura del cúbito. (55, 56)

Las alternativas de tratamiento quirúrgico han ido variando a lo largo de la historia y se han descrito varios tipos, como la reducción cerrada con fijación percutánea, la tracción bipolar, la reducción abierta y osteosíntesis y la reducción cerrada y fijación externa.

Las nuevas tecnologías han llegado hasta este tipo de fracturas y actualmente se dispone de biomateriales, como los sustitutivos óseos y los factores de crecimiento, que pueden ser utilizados de forma aislada o asociados a otras técnicas de osteosíntesis.

La reducción cerrada y fijación con agujas percutáneas es una técnica sencilla que fue de elección durante décadas. Se encuentra principalmente indicada en fracturas extraarticulares, sin conminución metafisaria y fracturas intraarticulares simples con buena reserva ósea (57).

Las posibilidades de fijación son varias y casi todas se basa en la manipulación cerrada y fijación con agujas de Kirschner introducidas a través de la estiloides del radio que cruzan el trazo de fractura hasta la cortical contraria.

Los resultados encontrados son generalmente buenos cuando se asocian a fracturas simples o extraarticulares y empeoran cuando se trata de fracturas intraarticulares, con gran conminución o fragmentos palmares, en los que es difícil su reducción cerrada y estabilización con las técnicas percutáneas tradicionales.

Las técnicas de fijación empleadas para el tratamiento de las fracturas inestables del radio distal han sido comúnmente utilizadas desde hace años y con buenos resultados, especialmente las técnicas de Kapandji y de Willenegger.

Ambas técnicas han demostrado su utilidad en fracturas extraarticulares e intraarticulares simples del radio distal.

Con la técnica de Kapandji y sus modificaciones se obtiene más movilidad inicial que con la técnica de Willenegger, pero no es significativa a partir de las 6 semanas. Aunque los pacientes tratados con la técnica de Kapandji presentan más dolor y clínica de distrofia simpático refleja, las complicaciones son similares para ambos sistemas de fijación y el resultado clínico se iguala a los 2 años de seguimiento (58).

Sin embargo, su utilización es aún discutida y algunos autores opinan que solo mejoran el aspecto radiológico y recomiendan su utilización en pacientes de baja demanda funcional o edad avanzada.

El fracaso del tratamiento de las fracturas intraarticulares severas tratadas mediante la fijación percutánea se basa en confiar en exceso de la tracción y la estiloides radial como eje de la estabilidad. La mayoría de las técnicas de fijación percutánea se basan en la fijación desde la estiloides radial como columna de soporte de la metáfisis distal del radio, que en ocasiones es incapaz de soportar las cargas procedentes de la parte más cubital del radio, especialmente en casos de conminución importante, pérdida de la reserva ósea y la fuerza de compresión axial ejercida por la musculatura extrínseca sobre el extremo distal del radio. Los fragmentos intraarticulares, con hundimiento con o sin asociación de fragmentos palmares no se controlan con este tipo de fijación y suele perderse la reducción con el paso del tiempo una vez baja la tumefacción local y el yeso cerrado no mantiene la insuficiente estabilización obtenida con las agujas. Otra causa de fracaso de este tipo de implantes, es una reducción incompleta o la utilización de implantes muy voluminosos.

Dejar las agujas de Kirschner percutáneas presenta una media del 30% de infección los clavos. Hargreaves et al comparó los resultados obtenidos cuando se dejaban percutáneas respecto a dejarlas enterradas bajo la piel y encontró que el riesgo de infección era un 27% mayor cuando se dejaban percutáneas (58).

### **13. UTILIDAD DE LA ARTROSCOPIA.**

Actualmente no existe consenso en la clasificación ni en los criterios para decidir la mejor opción quirúrgica para cada tipo de fractura, siendo difícil comparar resultados entre diferentes sistemas cuando se utilizan clasificaciones y tablas de resultados con un bajo grado de confianza inter e intraobservador. A esta confusión quizá se une por un lado el amplio abanico de opciones terapéuticas a las que ha venido a sumarse desde hace unos años la artroscopia de pequeñas articulaciones.

Whipple en 1995 fue el primero que publicó la utilización del artroscopio en el tratamiento de las fracturas de extremidad distal del radio. Proponía la artroscopia como el método más apropiado para una reducción más exacta, disminuir las lesiones quirúrgicas y conseguir movilizar la muñeca precozmente. Chao-Yu, establece que la reducción abierta da claramente peores resultados que la reducción artroscópica.

Las principales ventajas de la artroscopia de muñeca en las FEDR son:

- Extracción de pequeños fragmentos osteocondriales irreductibles.
- Asegurar la reducción de los fragmentos y una perfecta congruencia articular.
- Valorar las lesiones ligamentosas asociadas principalmente complejo del fibrocartílago triangular y ligamento escafolunar.

No hay muchas revisiones de la evolución natural de las lesiones no tratadas del FCT asociadas a fracturas del radio. En un estudio prospectivo, Lindau analiza la evolución de estas lesiones no tratadas en 43 pacientes con fractura de radio, encontrando al año, sintomatología dolorosa de la radiocubital distal en 11, estando los restantes asintomáticos (60).

Esta muy discutido en la literatura el valor de la reducción de las estiloides cubital y su influencia en el resultado final de la estabilidad radiocubital distal.

El porcentaje de lesiones ligamentosas asociadas para algunos autores es aproximadamente, 85% escafolunar, 61% lunotriquetral, 58% FCT y 19% de lesiones osteocondriales (59,61, 62, 63).

Tampoco existen evidencias en la literatura de la efectividad de este sistema de tratamiento sobre otros (Fijador, placas, agujas...) por lo que debe ser el cirujano, en base a su experiencia personal y criterios, el que decida el tipo de tratamiento que debe realizar en función de la fractura y características del paciente como edad, actividad y estado general.

Otro capítulo que ha tomado especial trascendencia en los últimos años es el complicado diagnóstico precoz de las lesiones capsuloligamentosas y óseas que se asocian con frecuencia a estas fracturas, por ser patología causante de incapacidades incluso más grandes que las propias fracturas distales del radio.

Las lesiones más frecuentes se pueden dividir en tres grandes grupos, según su localización y sus características morfológicas. El primer grupo asocia lesiones ligamentosas carpianas disociativas con las fracturas EDR, especialmente la rotura de los ligamentos interóseos carpianos escafolunar y lunotriquetral, que desencadenan una inestabilidad carpiana cinética. El segundo grupo aglutina la coincidencia entre fracturas EDR y la de los huesos carpianos; la asociación más frecuente es con el escafoides, aunque también está descrita la asociación del semilunar o grande. Y el tercer grupo, y quizá el más frecuente sería el que asocia una lesión del FCT con la fractura del radio (61, 62).

La artroscopia de muñeca es una técnica válida de ayuda a la reducción de las fracturas de extremidad distal del radio y al diagnóstico de lesiones asociadas, indicada en aquellos casos en que exista una afección articular del radio, útil para la extracción de fragmentos osteocondrales irreductibles en las conminuciones intraarticulares pero cuyos resultados, basados en las revisiones bibliográficas publicadas, son similares a otras técnicas en que no se utilice la artroscopia, quizá debido a que solo se aplica la artroscopia de muñeca en fracturas con una gran conminución articular cuyo pronóstico, sea cual sea la técnica elegida, nunca es muy bueno (59, 60, 61, 62, 63)

## **14. CIRUGÍA MINIMA INVASIVA DEL RADIO DISTAL**

La aparición de las placas palmares de ángulo fijo, ha permitido un mejor control de las fracturas del radio distal y en especial el mejor control de las fracturas con conminución dorsal, especialmente en pacientes jóvenes. Sin embargo en pacientes de edad avanzada o politraumatizados, son sistemas que precisan para su colocación de un abordaje quirúrgico agresivo. Por este motivo se han desarrollado una gran cantidad de sistemas que buscan estabilizar la fractura a través de un abordaje mínimo.

En este sentido la reducción cerrada y estabilización de la fractura con clavos de Kirschner, es un sistema clásico que permite la reducción y estabilización de muchas de éstas fracturas, de una forma simple y poco agresiva. Tiene dos problemas: la inmovilización prolongada con un yeso antebraquial cerrado y la pérdida de reducción de la fractura por una mala calidad ósea o una mala técnica.

Por este motivo, han aparecido una serie de sistemas con distintas filosofías y que tienen todos en común el minimizar la agresividad quirúrgica.

Las principales ventajas y desventajas de los sistemas más representativos dentro del grupo de cirugía mínima invasiva: Placa DNP, Micronail, Sistema Trimed, Sistema T-pin y utilización de tornillos canulados percutáneos.

### **14.1 Clavo Placa dorsal de ángulo Fijo DNP**

El Dr. Orsay, ideó la placa DNP para solucionar los problemas que en ancianos tenía la síntesis con agujas de Kirschner (desplazamientos secundarios de las fracturas y tiempo de inmovilización), y el tratamiento con los fijadores externos que si bien han solucionado con éxito muchas de las fracturas complejas del radio distal, no están exentos de complicaciones (síndrome de Südeck, la infección o intolerancia de los pines y el colapso secundario de la fractura tras la retirada del fijador). En los ancianos la colocación de una placa a través de un abordaje palmar, era en ocasiones una cirugía agresiva y esto junto con los puntos descritos previamente favoreció el desarrollo de este nuevo sistema de fijación.

El clavo placa DNP, presenta dos partes unidas por un cuello: un clavo endomedular que se asentará en el interior de la diáfisis del radio, y una placa con tornillos divergentes y de ángulo fijo que asentará en el fragmento distal de la fractura. Los tornillos roscados en el clavo proximal, son unicorticales y con una única longitud, mientras que los tornillos distales son pernos roscados a placa y que pueden ser de distintas longitudes. Las placas son anatómicas, existiendo una placa para el lado derecho y otra para el lado izquierdo (64).

Esta descripción, es el diseño clásico de éste dispositivo, pero en la actualidad hay un dispositivo todavía no comercializado en el que se ha modificado la unión del cuello, para solventar problemas.

#### **14.1.1 Indicaciones**

- Esta placa esta especialmente indicada para el paciente anciano activo que presenta un hueso de mala calidad y que presenta una fractura de radio distal extraarticular del tipo A2 y A3.

- También puede ser utilizada en pacientes politraumatizados, donde interesa realizar una mínima agresión quirúrgica y en el menor tiempo posible, y que presenten las fracturas descritas del tipo A2 y A3.
- En pacientes sometidos a diálisis renal.
- También podría ser utilizada en pacientes con fracturas intrarticulares no desplazadas.

#### 14.1.2 Contraindicaciones

- Fracturas intrarticulares desplazadas y no reductibles.
- Fracturas con conminución de extensión diafisaria.
- Fracturas de más de tres semanas de evolución.

#### 14.1.3 Técnica

Tras anestesia locorregional, y comprobación de la reducción cerrada de la fractura bajo escopia, se realiza una incisión cutánea de tres cm. centrada sobre el tubérculo de Lister. Se identifican las ramas sensitivas del nervio radial, y se localiza el retináculo extensor con el extensor largo del pulgar (ELP). Se abre el tercer compartimento extensor y se extrae el ELP del mismo. Se rebaja el tubérculo de Lister con ayuda de una gubia.

Se identifica la articulación radioescafoidea con ayuda de una aguja IM y se coloca de forma provisional el dispositivo DNP sobre el hueso, de tal modo que la zona distal de la placa quede a unos tres mm. de la interlínea articular. Se identifica la posición del cuello del sistema DNP, y con una gubia se crea la zona de entrada del clavo placa en el radio. Con un punzón se prepara el canal para introducir posteriormente el clavo en el interior de la diáfisis del radio. Hay que tener mucho cuidado en este punto para que no resalte la cortical dorsal del radio ya que obligaría a la colocación de una placa palmar.

Se introduce el clavo en el interior de la diáfisis radial, se manipula la fractura y se apone la placa sobre la zona distal de la fractura. Se introduce el perno más distal con ayuda de una guía sobre la placa. Se reduce la fractura y coloca un tornillo unicortical en el clavo proximal. Finalmente se colocan todos los tornillos del dispositivo para proporcionar una adecuada estabilidad.

La ventaja de éste sistema es que no interfiere con los tendones ELP, ni con los tendones del 2 y 4 compartimento dorsal, evitando los problemas que otras placas dorsales proporcionaban con la irritación e incluso rotura de los tendones extensores.

**La serie más larga publicada por el Dr. Orbay con 200 pacientes, muestra que las complicaciones son infrecuentes. Estas complicaciones son: hematomas postoperatorios, pérdidas de fijación de las fracturas, retiradas de material por molestias y cicatrices hipertróficas. (64)**

(Orbay J, Tuhami A, Orbay C. Fixed Angle Fixation of Distal Radius Fractures Through a Minimally Invasive Approach. Tech Hand up extremity 2005; 9:142-8.)

Es importante seleccionar bien los pacientes, asegurándose que no exista conminución diafisaria y tener mucho cuidado durante la técnica quirúrgica para que no protruya la cortical dorsal, y evitar de este modo la necesidad de hacer un doble abordaje y colocar una placa palmar.

## **14.2 Sistema de fijación de fracturas del radio distal mediante clavo intramedular: Micronail R (Palex)**

### **Implante**

El MicroanilR (Palex), es un clavo de aleación de Titanio (Ti-6<sup>a</sup>1-4V ELI), que reside completamente tras su inserción, en el interior del canal endomedular del radio distal. Su configuración es universal y consta de tres tornillos de ángulo fijo de 2,5 mm., que se colocan de manera divergente en el fragmento radial distal y en una localización subcondral para aumentar su fijación. Al presentar un ángulo de divergencia palmar-dorsal, esto determina que existan tres puntos de fijación en el radio distal, aumentando así su estabilidad. Además en la zona proximal el clavo presenta dos tornillos de 2,7 mm. bicorticales bloqueados al clavo, y que evitan el acortamiento y angulación del fragmento radial distal.

### **14.2.1 Indicaciones**

- Fracturas inestables que no presenten o tengan una mínima afección articular, y en los que se requiera de una mínima disección y tiempo quirúrgico.
  - a) Pacientes mayores que presentan un hueso de mala calidad.
  - b) Pacientes politraumatizados donde hay que estabilizar la fractura de forma rápida y obteniendo la mayor estabilidad con la menor agresión.
  - c) Pacientes tratados con yeso inicialmente y que sufren un desplazamiento posterior de la fractura.

### **14.2.2 Contraindicaciones**

- Afección articular que presenta conminución o no puede reducirse de una forma adecuada mediante métodos cerrados o percutáneos.
- Extensión proximal de fractura al hueso metafiso-diafisario.

### **14.2.3 Técnica**

Inicialmente se comprueba en quirófano y con el intensificador de imágenes, que se tiene una reducción cerrada de la fractura del radio distal. Si esto es posible y tras iniciar la isquemia, se realiza una incisión longitudinal de 2 cm. centrada sobre la estiloides radial. Se realiza una disección roma, y se identifican y protegen las ramas sensitivas del nervio radial. Se localiza el espacio entre el primer y el segundo compartimento extensor. Se realiza una reducción de la fractura en este momento, y si es difícil de mantener mediante tracción, se estabiliza mediante un clavo de Kirschner introducido de radial a cubital provisional. Se identifica la interlinea radioescafoidea, y se abre una ventana cortical dorsal a 3-4 mm. de la interlinea radioescafoidea. Para esto se puede utilizar un punzón o una broca canulada para ser menos traumático y más preciso. Una vez realizada la ventana cortical, se introducen raspas progresivas para seleccionar el tamaño del clavo. Es importante que éste cruce la zona de la fractura y que este centrada en sentido AP. Una vez introducida la raspa, se selecciona el tamaño adecuado del clavo y se introduce a través de la ventana cortical.

Es importante tras su introducción, que el tornillo más distal se localice en la zona subcondral del hueso a unos 2 mm. de la interlinea radiocarpiana. Si esta demasiado introducido, sacarlo hasta que se encuentre en esa localización óptima, puesto que en esta posición se asegura el soporte en el hueso subcondral de los tornillos de ángulo fijo distales.

Una vez introducidos los 3 tornillos distales, se realiza una reducción final de la fractura, y estabilización con los dos tornillos proximales que se introducen a través de los dos tonillos proximales colocados por una incisión dorsal de 2 cm. Estos dos últimos tornillos aseguran el fragmento radial distal al fragmento diafisario.

#### **14.2.4 Postoperatorio**

Si durante la intervención quirúrgica, se evidencia que existe una correcta colocación de los tornillos distales a 2 mm. de la interlinea radiocarpiana, y que la fijación ha sido buena, podremos iniciar la movilización de la articulación de forma temprana, protegiendo la extremidad entre los ejercicios mediante una férula de quita y pon, manteniéndola de forma nocturna durante 4-6 semanas. A las 4 semanas, únicamente se utiliza la férula de forma nocturna, insistiendo mucho en el tratamiento rehabilitador.

**En la serie de Tan, presenta 15 casos de fracturas del radio distal. De estos 15 casos, en 3 tuvieron disestesias del territorio del nervio radial que se recuperaron totalmente a los dos meses. (65)**

(Tan V, Capo J, Warburton M. Distal radius fracture fixation with an intramedullary nail. Hand Upper extremity Surg 2005; 9:195-201.)

Los resultados clínicos y radiológicos iniciales son prometedores aunque se precisa de una mayor inclusión de pacientes y de un mayor seguimiento, para confirmar de un modo adecuado los buenos resultados tempranos.

#### **14.3 SISTEMA TRIMED**

Este sistema fue popularizado por Medoff y Kopylov. Se basa en una valoración muy precisa de cada patrón de fractura, para posteriormente realizar una fijación específica de cada zona fracturaria. Permite debido a la existencia de una gran variedad de patrones de fractura del radio distal, el realizar una fijación específica de los fragmentos, lo hace que se obtenga una mejor reducción y mayor estabilidad.

Esta técnica utiliza materiales modulares ultrafinos que pueden ser moldeados para adaptarse a las distintas situaciones y necesidades. La clave es la utilización de una aguja placa, que combina la versatilidad de los clavos de Kirschner y la fijación rígida de las placas y tornillos.

##### **14.3.1 Indicaciones**

Cualquier fractura de radio distal cerrada con patrón inestable, sea cual sea el patrón de fractura.

### 14.3.2 Contraindicaciones

- Fracturas abiertas de radio distal.
- Fracturas en huesos osteoporóticos.
- Fracturas con participación importante de la metáfisis o de la diáfisis del radio.

### 14.3.3 Técnica

El fragmento de la estiloides radial, constituye una piedra angular para la consecución de la reducción de cualquier fractura de radio. Hay que valorar también el borde palmar del radio, los componentes dorsal y palmar de la carilla semilunar del radio, la cavidad sigmoidea, y los distintos fragmentos impactados en la zona metafisaria.

Se inicia con un abordaje palmar de la fractura entre el FCR (flexor carpi radialis) y la arteria radial. Identificamos el primer compartimento extensor, que se abre longitudinalmente. Se puede relajar también el tendón del supinador largo. Se expone la fractura radialmente y por el lado palmar tras la apertura del pronador cuadrado. Se realiza una reducción inicial de la estiloides radial y se estabiliza con un clavo de Kirschner de 1,2 mm. A continuación se trabaja sobre la columna media del radio, reduciendo y estabilizando los fragmentos de la fosa lunar y los impactados. El fragmento palmar y cubital, se puede estabilizar con un sistema de clavos de soporte palmar con forma de marco. Si se trata de fragmentos de mayor tamaño, podemos colocar placas en L de soporte.

Posteriormente, se realiza un abordaje dorsal de la fractura centrado en el tubérculo de Lister, para abordar los fragmentos metafisarios dorsales. Los fragmentos de la columna intermedia, se reducen directamente mediante miniplacas de 2 mm. y tornillos o con algún sistema en marco que es capaz de fijar y estabilizar fragmentos articulares de pequeño tamaño.

Para finalizar se aborda de nuevo la estiloides radial y se coloca una placa de 2 mm. y tornillos. Es importante que el sistema de la estiloides radial forme un ángulo de 50 a 90° respecto al de fijación de la columna media para maximizar la estabilidad del sistema.

Se traspone el Extensor largo del pulgar fuera del tercer compartimento y tras cierre de la herida se coloca una férula braquial que inmovilice el antebrazo.

La rehabilitación se inicia condicionada por la rigidez de la osteosíntesis. Hay pacientes que pueden iniciar un programa de ejercicios activos no resistidos a la semana de la cirugía, iniciando los ejercicios de fuerza al evidenciar la presencia de consolidación de la fractura a las 6-8 semanas de la intervención.

## **15. MATERIALES PARA SUSTITUCION OSEA**

Las fracturas de alta energía y las producidas en personas con osteoporosis son, a menudo, conminutas y presentan gran dificultad para obtener la reducción de la fractura y mantenerla en el tiempo. En ellas se aprecia una pérdida del sustrato óseo una vez reducida la fractura que dificulta el mantenimiento de esta reducción y facilita un desplazamiento secundario. Clásicamente se realizaba la extracción de injerto óseo de cresta iliaca para insertarlo en el defecto óseo producido. Pero este procedimiento no está exento de problemas. En primer lugar se alarga el tiempo quirúrgico, además puede haber complicaciones en la zona donadora (hematomas, infección de la herida, afectación neurítica, dolor residual, cicatrices poco estéticas etc...) Por todo ello, el uso de sustitutos óseos de calidad facilita las cirugías y ayuda a mantener los resultados obtenidos en la reducción.

Se distinguen dos tipos fundamentales de materiales: biológicos y sintéticos.

Entre los materiales biológicos está el autoinjerto, xenoinjerto y aloinjerto, los concentrados de plaquetas y factores de crecimiento.

### **15.1 MATERIALES BIOLÓGICOS**

#### **15.1.1 Injerto autólogo**

El autoinjerto es el mejor y más confiable, al ser parte del propio individuo con características mecánicas semejantes. No existe riesgo de antigenicidad, es hueso esponjoso o córticoesponjoso extraído habitualmente de cresta iliaca. Proporciona un buen soporte mecánico y buen relleno de cavidades. Permite la regeneración ósea. Plantea como inconvenientes la prolongación del tiempo quirúrgico, el requerir un procedimiento anestésico adicional, los problemas locales del lugar de extracción como son cicatrices dolorosas o poco estéticas, hematomas, infecciones, neuritis, etc...

#### **15.1.2 Injerto heterólogo**

El xenoinjerto como tal no se utiliza por los riesgos de antigenicidad y problemas asociados, transmisión de enfermedades. Se utilizan sólo derivados de colágeno bovino como vehículo en distintas presentaciones. Se trabaja en la obtención de animales genéticamente modificados. Esta opción se encuentra en periodo experimental.

#### **15.1.3 Aloinjerto**

Los aloinjertos son injertos óseos o de parte del hueso extraídos de individuos de la misma especie. Se utilizan ampliamente en cirugía reconstructiva osteoarticular bajo intensos controles del donante en los bancos de huesos y tejidos. Existe riesgo de transmisión de enfermedades a pesar de ellos, fundamentalmente en el llamado periodo ventana de algunas afecciones víricas no detectables por los tests al uso en determinado momento. Plantean también otro problema por la mayor incidencia de infecciones y la necesidad de una profilaxis antibiótica específica controlada. Se presentan criopreservados y esterilizados. Tienen todas las ventajas de los autoinjertos (características mecánicas semejantes y buen relleno de cavidades).

Tienen como ventajas la disminución del tiempo quirúrgico y no crear problemas del tipo de la zona donadora.

#### **15.1.4 Matriz ósea desmineralizada**

La eficacia de la matriz ósea desmineralizada para la reconstrucción de defectos óseos en animales fue informada en 1889. En 1965, Urist logró la osteoinducción en animales tras la implantación intramuscular de huesos descalcificados con ácido. Desde entonces se ha comprobado la capacidad osteoinductora de dicha matriz en múltiples estudios. Una de las primeras aplicaciones clínicas documentadas de la matriz ósea desmineralizada fue publicada en 1961 por Sharrad y Collins.

Actualmente distintas empresas trabajan para proporcionarnos matriz ósea desmineralizada de hueso de donantes tratada para evitar sus problemas de antigüedad y transmisión de enfermedades. Son sustitutos óseos con propiedades osteoinductivas (BMP) y osteoconductoras (colágeno). Suelen estar formadas por hueso desmineralizado en proporción variable cercana al 30%, un portador biológico (Hialuronato sódico) y fosfato salino. Habitualmente llevan mezcla de varias BMP extraídas por desmineralización. No contienen células osteoprogenitoras. Se preparan por extracción ácida del aloinjerto óseo, lo que origina la pérdida de la mayor parte del componente mineralizado, pero retiene proteínas colágenas y no colágenas, incluso factores de crecimiento (66).

Tienen como ventajas su fácil almacenamiento a temperatura ambiente, poder utilizarlos mezclados con otros injertos, mantiene la integridad física, es estable y no se altera con la irrigación ni con la sangre, es de fácil manejo y se proporciona en distintas presentaciones estériles (66).

Pero no todas las matrices óseas desmineralizadas existentes en el mercado son iguales. Los detalles específicos de la preparación y procesamiento de cada matriz ósea son propiedad de cada empresa pero todas ellas están formadas por aloinjerto óseo desmineralizado humano en combinación con un portador compatible en términos biológicos. Los donantes son sometidos a examen microbiológico y serológico así como un seguimiento de la historia médica y social. Existe una variedad de factores que pueden afectar la eficacia de la matriz ósea como sustituto de injerto óseo. Estos incluyen: procesos de esterilización, portador, cantidad total de proteína morfogenética, relación de las diferentes BMP presentes y la osteoconductividad del complejo portador matriz ósea desmineralizada. Esta última promueve la migración de las células osteoprogenitoras al sitio del defecto óseo.

El producto Grafton Putty contiene < 0,5% de fosfato de calcio y se combina con glicerol. En su proceso de producción se desactiva el virus I de inmunodeficiencia humana, el virus de la hepatitis B y hepatitis C, el citomegalovirus y el virus de la poliomielitis, según refiere el equipo de validación y biotecnología.

El producto DBX Putty se desmineraliza con ácido clorhídrico de manera que el producto resultante tenga < 8% de calcio. Se combina con un portador de 4% de hialuronato sódico. Realizan una selección muy estricta de donantes en edad, con exclusión en enfermedades infecciosas, neoplasias malignas, enfermedades neurológicas degenerativas, enfermedades de etiología desconocida e ingestión de

sustancias tóxicas. Los controles serológicos son muy estrictos para virus de la inmunodeficiencia humana 1 y 2, hepatitis B y C, treponema pallidum y HTLV-1. Además el tejido es analizado microbiológicamente antes y después del proceso de elaboración. Dicho proceso ha sido validado para inactivar y eliminar virus como el de la inmunodeficiencia humana tipo 1, virus de la hepatitis A, de la hepatitis C, citomegalovirus, herpesvirus, poliomielitis y parvovirus B19. Es histocompatible y menos inmunógeno que los aloinjertos mineralizados habituales. Tiene el mismo pH y presión oncótica que la sangre humana por lo que no es hemolítica y garantiza su compatibilidad con los glóbulos sanguíneos autógenos circulantes. Ha demostrado en estudios experimentales la misma tasa de consolidación en fusión vertebral en conejos en la proporción 1:1 que la misma cantidad de autoinjerto. Puede usarse sola como injerto único o combinada con autoinjerto óseo, médula ósea autógena o plasma rico en trombocitos en indicaciones más difíciles o en pacientes con capacidad limitada de formación ósea. Al no ofrecer resistencia estructural, su uso está restringido a zonas sin carga a menos que se utilice en combinación con los implantes de osteosíntesis correspondientes.

El producto AlloMatrix Injectable Putty se esteriliza por emisión unidireccional de electrones (e-beam). Se desmineraliza el hueso del aloinjerto y se combina con hemihidrato de sulfato de calcio y celulosas de carboximetilo. Se envasa en un juego que contiene un polvo y un líquido que deben mezclarse antes del implante.

**Peterson y colaboradores elaboran un estudio comparativo sobre la fusión vertebral en ratas utilizando estos tres tipos de matriz ósea desmineralizada y encuentra diferencias significativas entre ellas. Plantean que se deberían realizar más estudios experimentales para corroborar la capacidad osteoinductora de cada compuesto así como para estudiar el tiempo necesario para que cada uno de ellos consiga el relleno de una cavidad o la fusión de una determinada zona. (67)**

Peterson B, Whang PC, Iglesias R, Wang JC, Lieberman JR. Osteoinductivity of different types of demineralized bone matrix. J Bone Joint Surg Am 2004; 86A:2243-50.

Las aplicaciones en clínica de la matriz ósea mineralizada son las mismas que las del injerto óseo esponjoso para su aplicación en zonas sin carga. También se puede utilizar mezclado con otros compuestos como hueso autólogo, aloinjerto, sangre y médula autóloga y materiales sintéticos para aplicación de injerto en zonas que precisen gran cantidad de éste como ocurre en las fusiones vertebrales. Se utiliza como sustituto del injerto óseo en el relleno de cavidades, fusiones e incluso en el relleno de cresta iliaca. En las fracturas de radio distal que dejan una cavidad tras su reducción permiten un buen relleno que favorece la consolidación y evita el colapso de la superficie articular.

#### **15.1.5 Factores de crecimiento autólogos.**

Un capítulo independiente entre los factores biológicos utilizados como sustitutos óseos lo merecen los factores de crecimiento autólogos como el plasma rico en factores de crecimiento y las placas leucoplaquetarias (AGF, GPS y similares). Proporciona una combinación de factores de crecimiento a partir de un ultraconcentrado de plaquetas que potencia y desencadena la cascada natural de la cicatrización del organismo y de la

regeneración ósea. El AGF se obtiene a partir de sangre periférica del paciente que se centrifuga para separar sus componentes.

Se utiliza el concentrado de plaquetas y leucocitos que concentra de 6 a 10 veces el PDGF, TGF, fibrinógeno y otros factores de crecimiento incluidos en la iniciación de la cadena de curación ósea (factores de crecimiento del endotelio vascular (VEGF), factores de crecimiento tipo insulina (IGF). Actúa en todos los niveles de la regeneración ósea: angiogénesis, quimiotaxis, mitosis y diferenciación celular hasta formar hueso maduro. Precisa añadir trombina para obtener un coágulo consistente que atrape los factores de crecimiento y proporcione consistencia gel al implante. Estos factores de crecimiento estimulan la migración de las células osteoprogenitoras hacia el punto óseo y aumentan la proliferación de osteoblastos manteniendo simultáneamente la función osteogénica.

## **15.2 MATERIALES SINTÉTICOS**

En este grupo se incluyen tres grandes apartados: las cerámicas, los polímeros y los metales.

### **15.2.1 Cerámicas**

Las cerámicas son cementos de calcio con capacidad de reabsorción activa o pasiva dependiendo de la participación o no de la actividad celular. La reabsorción activa depende de la acción celular, como ocurre con los cementos que dan como producto final hidroxiapatita deficiente en calcio que es degradada por los osteoclastos. La reabsorción pasiva se produce cuando el material es inestable en los fluidos orgánicos, como ocurre con el sulfato de calcio, de hecho, los cementos que dan como producto final fosfato dicálcico dihidratado experimentan este tipo de reabsorción.

Las cerámicas se dividen a su vez en tres grandes grupos, a saber, carbonato cálcico, sulfato cálcico y fosfato cálcico.

### **15.2.2 Sulfato de calcio**

También llamado Yeso de París, fue utilizado por Dr. Dreesman en 1892 para el relleno de espacios cavitarios. Es un material biocompatible y osteoinductivo, buen sustituto óseo. Se utiliza en ocasiones como vehículo para liberar antibióticos en focos infectado asociado a gentamicina (1,6 gr), vancomicina (2,4 gr), cefazolina (2 gr), tobramicina (1,6 gr). Se puede moldear para adaptar a cualquier forma de defecto. Endurece en 8-10 minutos. Se puede mezclar con otros compuestos como AGF o factores de crecimiento análogos para facilitar la liberación de proteínas osteoinductoras en el defecto óseo y con hidroxiapatitas derivadas de coral. No se remodela, se disuelve en un proceso hidrolítico. Como inconveniente, en ocasiones, se disuelve antes de que se haya producido la consolidación de la fractura o el relleno de la cavidad. Su reabsorción se produce entre 6 y 8 semanas.

Los sustitutos cerámicos más usados son el fosfato cálcico y la apatita e hidroxiapatita. Como características diferenciales fundamentales se puede destacar que el fosfato tricálcico se remodela completamente mientras que las apatitas permanecen inalteradas durante años.

### 15.2.3 Fosfato Tricálcico

El fosfato tricálcico es un compuesto sintético que se lleva utilizando más e 20 años con buenos resultados. La resistencia a la comprensión es constante (7,5+1 MPa) es semejante a la del hueso esponjoso que se encuentra entre 2 y 10 MPa. Se ha comprobado que el fosfato tricálcico experimenta un proceso completo de remodelación. Para que ello tenga lugar es imprescindible que exista osteoconductividad. Esta depende fundamentalmente tres factores: porosidad global, macroporos conectados y microporos. Cuanto más se asemeje esta estructura al tejido esponjoso natural, mejor andamiaje proporcionará para la infiltración del tejido óseo. Una porosidad elevada aumenta la osteoconductividad, pero una porosidad excesiva debilita la resistencia mecánica del material. Así, macroporos de 100 a 500 micras permiten un medio óptimo para la vascularización y migración de osteoblastos y osteoclastos, además los macroporos están conectados entre sí para permitir la formación de tejido óseo en todo el implante. Los microporos se definen por su tamaño inferior a 10 micras. Permiten la circulación de líquidos orgánicos y aceleran la remodelación al aumentar la superficie. La clave del éxito está en la remodelación; es decir, en los procesos de neoformación ósea y resorción simultáneas y en el tiempo en que ocurre ésta. La velocidad de integración de un sustituto óseo es de importancia capital. Si la resorción se produce con excesiva rapidez, los osteoblastos pierden el andamiaje necesario para la neoformación ósea; pero si es demasiado lenta, no se producirá el reemplazo por tejido óseo en el tiempo adecuado. Se ha definido un tiempo ideal entre 6 y 18 meses (chronos). Por la semejanza tanto estructural como química entre el fosfato tricálcico y el tejido óseo, los osteoclastos proceden a su resorción como si se tratara de tejido óseo natural o endógeno. Se fijan a la matriz y abren fositas y surcos en la superficie del implante. Al mismo tiempo, se genera tejido óseo; los osteoblastos rellenan las fositas y los surcos mediante la síntesis de matriz extracelular que posteriormente se calcifica.

Está indicado siempre que se necesite hueso esponjoso. Existen presentaciones en cuñas y bloques de distintos tamaños y gránulos que permiten rellenar tanto los defectos con formas geométricas definidas como los no definidos. Está indicado en el relleno de defectos óseos causados por tumores benignos, quistes, osteotomías, fracturas impactadas, artrodesis, pseoduartrosis, relleno de los lugares en los que se ha tomado injerto esponjoso, en las fusiones vertebrales, y en el relleno de cajetines o implantes.

Para su utilización se recomienda empaparlos en sangre autógena para rellenar los poros y expulsar el aire que hay en ellos, además de potenciar el intercambio inmediato de líquidos en su interior. Al empaparlos de sangre adquieren una consistencia que facilita su manejo y colocación en el campo quirúrgico. Si se mezcla con tejido óseo esponjoso o con médula ósea se potencia su potencial osteogénico.

Por tanto, el fosfato tricálcico es un sustituto óseo fácil de usar, remodelable en un plazo de 6 a 18 meses, seguro al ser un producto sintético y acorta los tiempos quirúrgicos.

Existen en el mercado compuestos de fosfato tricálcico asociado a sulfato de calcio hemihidratado (Genex) totalmente reabsorbibles, sintético que se puede aplicar como pasta inyectable y que fragua in-situ a temperatura corporal. Tiene como característica

fundamental que produce un andamiaje para las proteínas que favorecen la diferenciación osteoblástica. Su resistencia a las fuerzas de compresión produce estabilización temporal de las fracturas y puede ser perforada para colocar osteosíntesis si fuera necesario. La presencia de sulfato cálcico actúa como una barrera reabsorbible que evita la infiltración por tejidos blandos mientras que produce iones de calcio, soluble imprescindible para la formación de nuevo hueso y su mineralización. Además va produciendo macroporosidad progresiva para reemplazar la microporosidad inicial entre las partículas de fosfato tricálcico. Esto facilita la entrada de fluidos y células. El fosfato tricálcico se reabsorbe más lentamente y mediado por un proceso celular (70).

#### **15.2.4 Apatita carbonada**

Es una cerámica que fragua in situ para formar apatita carbonada. El Norian SRS fue creado en 1985 por Constanz. Se fabrica hueso mediante reacciones controladas de forma fisiomecánica. El mineral óseo del hueso está formado por fosfato de apatita cálcica, carbonato y una pequeña cantidad de sodio, magnesio y otros oligoelementos. En condiciones fisiológicas el material se endurece en minutos coincidiendo con la formación de dahlita. Pasadas 12 horas, la formación de dahlita estaba prácticamente acabada con una resistencia a la compresión de 55 MPa. La composición y morfología del cristal de dahlita son similares a las del hueso. Tras la inyección percutánea en fracturas se comprueba que cuando la pasta se endurece sirve de fijación interna para mantener la adecuada alineación mientras se produce la cicatrización. En aproximadamente 10 minutos se consigue una resistencia inicial a la compresión de 10 MPa. EN 12 horas el material se ha transformado en dahlita en un 90% con una resistencia compresiva máxima de 55 MPa y una fuerza tensil de 2,1 MPa. La sustitución de los implantes de dahlita por hueso vivo podría tener como resultado una construcción reparadora cada vez más dura y capaz de soportar más carga.

Posee una resistencia a la compresión entre 4 y 10 veces mayor que el hueso esponjoso lo que permite la carga temprana y acorta los periodos de hospitalización e inmovilización. Es inyectable por lo que permite procedimientos mínimamente invasivos y el relleno de defectos manteniendo la reducción anatómica. Es biocompatible y seguro al ser sintético y evita la morbilidad de la extracción de injerto óseo autólogo.

Se ha utilizado en el tratamiento de las fracturas de radio distal reduciendo la fractura en mesa ortopédica e inyectando Norian SRS de forma percutánea en el defecto creado. Se mantenía una inmovilización en férula de yeso durante dos semanas y se comenzaba la movilización de la muñeca. Refieren buenos resultados en cuanto a la movilidad y muy escasos desplazamientos secundarios.

En estudios comparativos utilizando SRS y yeso durante dos semanas y fijación externa durante 5 semanas se han obtenido resultados similares en cuanto al desplazamiento secundario. En otro estudio Yetkinler y colaboradores. Compararon la estabilidad obtenida con SRS frente a un andamiaje con agujas de Kirschner y obtuvieron una estabilidad significativamente superior con SRS así como más fuerza.

En relación a su capacidad de reabsorción y reemplazo por hueso, existen estudios histológicos que muestran casi una completa aposición ósea sobre el SRS residual al

año de la lesión. Pero existen evidencias clínicas y radiológicas que muestran imágenes hiperdensas en radiografías a los dos años de la lesión.

**Larsson y Bauer concluyen en su estudio sobre Norian SRS que no sustituye al injerto óseo cuando se necesita material con propiedades osteogénicas u osteoinductivas o se precisa injerto cortical para aportar estabilidad mecánica al montaje. Su uso permite periodos de inmovilización menores y rehabilitación y carga más precoces con mejores resultados funcionales en menos tiempo. (69)**

Larsson S, Bauer TW. Use of injectable calcium phosphate cement for fracture fixation: A review. Clin Orthop 2002; 385:23-32.

### **15.2.5 Hidroxiapatita**

Es el fosfato de calcio más utilizado en la fabricación de implantes por ser el compuesto más parecido al componente mineral de los huesos.

Presenta buenas propiedades como biomaterial, tales como biocompatibilidad, bioactividad, osteoconductividad y unión directa al hueso.

Dentro del abanico de los fosfatos de calcio existentes, o de posible formulación, es importante conocer la estrecha dependencia entre relación Ca/P, acidez y solubilidad.

Los cementos de hidroxiapatita precipitada con osteointegrados en el tejido óseo pero no son reabsorbidos, por lo que su comportamiento biológico es similar al de las cerámicas de hidroxiapatita formulada en gránulos (68).

Existen en el mercado distintas formas clínicas de hidroxiapatita.

El Calcibón se obtiene de una mezcla de líquido y polvo que al fraguar a temperatura corporal produce una reacción endotérmica y se convierte en hidroxiapatita microcristalina, carbonizada y calcio-deficiente. Es, por tanto un material sintético de sustitución ósea diseñado para el relleno y reconstrucción de defectos óseos. El polvo se sintetiza a partir de sales de calcio y fosfatos (fosfato tricálcico, hidrogenofosfato de calcio, carbonato de calcio e hidroxiapatita precipitada). El líquido es una solución de partida acuosa que provoca el proceso de fraguado del material (solución de fosfato de hidrógeno disódico). Este proceso se produce por una reacción endotérmica que sustrae calor al cuerpo por lo que no se produce necrosis térmica en su entorno. La mezcla consigue una pasta con una consistencia que permite el relleno de cavidades. Permanece en el lugar hasta biodegradarse. Puede aplicarse en lechos óseos sin infecciones excepto en los cartílagos epifisarios abiertos. Su resistencia a la compresión es muy alta de forma que a las 6 horas se obtienen cifras de 25 MPa (el hueso esponjoso tiene de 10 a 20 MPa), y a las 72 horas esta cifra es de 60 MPa (el hueso cortical tiene de 25 a 100 MPa). Su biodegradación se produce por remodelación a través del lecho óseo vital del entorno. Se basa en el equilibrio entre la desintegración producida por los osteoclastos y la regeneración del hueso nuevo por los osteoblastos. Este proceso de transformación en hueso nuevo es diferente en cada individuo y depende en gran parte del entorno en que se implante (vitalidad del lecho óseo fundamentalmente). No se han descrito reacciones mutágenas, citotóxicas ni genotóxicas ni se ha detectado toxicidad sistémica aguda ni subaguda ni se ha apreciado potencial sensibilizante por lo que se dice que es biocompatible.

La hidroxiapatita derivada del coral (Pro Osteon) ha demostrado en estudios clínicos ser equivalente tanto clínica como radiográficamente al injerto autógeno en la curación de defectos óseos en fracturas metafisarias. Existen dos presentaciones con distinto tamaño de sus poros: Pro Osteon 500 con estructura y resistencia similar al hueso esponjoso y Pro Osteon 200 similar al hueso bicortical. Se ha descrito un tiempo de reabsorción de 6 meses, similar al del autoinjerto. Se presenta en gránulos o en bloques de distintos tamaños y se puede mezclar con sangre, médula ósea etc. Se utiliza tanto en el relleno de cavidades producidas por fracturas (muñeca, metáfisis tibial, calcáneo), como en cirugía de revisión protésica y en fusiones vertebrales).

## **16. COMPLICACIONES DEL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS DEL EXTREMO DISTAL DEL RADIO**

Las fracturas de radio distal y, en concreto, las de alta energía, se han asociado a múltiples complicaciones, unas inherentes al tipo de fractura, otras como consecuencia del tratamiento aplicado.

Las complicaciones secundarias a las fracturas más frecuentes son la neuropatía, la artropatía, bien primaria (fracturas intraarticulares) o secundaria a lesiones asociadas o a consolidación viciosa, DISI II la rigidez y la consolidación viciosa (71).

Cuando se diagnostica una fractura de radio distal es imprescindible decidir el tratamiento con el que se conseguirá el mejor resultado con las menores complicaciones y que sea adecuado, no sólo para la fractura, sino de acuerdo con las habilidades técnicas del personal médico. El tratamiento de estas lesiones varía desde conservador hasta la reducción bien abierta o cerrada, controlada por radiología o por artroscopía y la estabilización con los distintos tipos de síntesis que hay en el panorama actual. El tratamiento quirúrgico reduce el riesgo de malunión, artropatía y síndrome del túnel carpiano tardío, pero a costa de aumentar el riesgo de infección, ruptura-adherencia tendinosa y lesión neurológica. El tratamiento ortopédico elimina los riesgos asociados a la cirugía pero dificulta el manejo del paciente y aumenta el riesgo de consolidación viciosa (71, 72).

### **16.1 RIESGOS ASOCIADOS AL TRATAMIENTO ORTOPÉDICO**

#### **(Reducción cerrada e inmovilización con yeso)**

La decisión de un tratamiento ortopédico no debe implicar un tratamiento “pasivo”, al contrario, es el tratamiento que probablemente requerirá un seguimiento más estricto del paciente, con radiología seriada y cambios de inmovilización en función de la evolución de las partes blandas.

Así, el tratamiento conservador se correlaciona con una mayor tasa de desplazamiento secundario, por lo que deberían realizarse radiologías seriadas, a los 3,7 y 12 días (71).



Fotografías a la primera semana (izquierda) y segunda semana (derecha) que muestran pérdida de la reducción.

La reducción cerrada debe realizarse de manera controlada, las condiciones ideales son bajo anestesia regional y tracción longitudinal continua. La extremidad debe ser inmovilizada con una férula en U o yeso circular braquipalmar, con una flexión nunca mayor a 15°, desviación cubital máxima de 15°, pronación de 20° y que permita total movilidad de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. La ruptura del extensor largo del pulgar se ha asociado al tratamiento conservador (71,72).



(a) Fractura del extremo distal del radio, con asociación de estiloides cubital  
(b) Reducción cerrada con angulación palmar mayor de 15°.

## 16.2 RIESGOS ESPECÍFICOS DEL USO DE AGUJAS PERCUTÁNEAS Y FIJADORES EXTERNOS

El uso de agujas percutáneas de Kirschner así como los clavos de los fijadores externos se ha relacionado con lesiones nerviosas, tendinosas, desplazamiento secundario e infección (73, 74).

- Lesiones nerviosas: sobretodo a nivel de la rama dorsal sensitiva radial, por lo que se aconseja el uso de protectores cutáneos así como disección roma con pinzas de mosquito hasta el plano óseo previo a la introducción de la aguja o los clavos.
- Lesiones tendinosas, más frecuentes en relación al extensor largo del pulgar.
- Desplazamiento secundario de la fractura, en caso de mala indicación de la técnica, en fracturas con gran conminución metafisaria.
- Infección: se aconseja dejar enterrado el material, aunque esto implique una segunda cirugía para su extracción.

El uso de fijador externo añade a las complicaciones secundarias a los clavos (comunes con las agujas de Kirschner percutáneas, descritas previamente) las complicaciones secundarias a la sobredistracción de la fractura y de los ligamentos radiocarpianos, provocando rigidez y fibrosis, así como podría estar relacionado con un aumento del síndrome de túnel carpiano que aparece con la distracción. La distracción de la muñeca produce un aumento lineal de la presión dentro del túnel carpiano.

El uso de osteotaxis aislada se ha demostrado inoperante para el control de fragmentos intraarticulares, por lo que se aconseja asociar el uso de agujas de kirschner u otro estabilizador en caso de decidir dicho tratamiento para una fractura intraarticular.

### **16.3 RIESGOS DEL TRATAMIENTO CON PLACAS DORSALES**

La fijación interna dorsal, bien sea en forma de placas dorsales estándar o fijación fragmento específico añade a las complicaciones quirúrgicas generales a la fijación con material de osteosíntesis el problema de la irritación tendinosa extensora y la casi obligatoriedad de una segunda cirugía para la retirada del material. Para evitar los problemas en relación a las lesiones tendinosas se aconseja la realización de flaps retinaculares dorsales. Por otra parte por medio de la fijación dorsal es difícil la reducción y contención del fragmento cubital volar o die punch volar. La pérdida de reducción también es más frecuente por lo que se aconseja el uso de injerto de cresta ilíaca u otro injerto estructural (75).



Pérdida de la reducción en una fractura de radio distal tratada con placa dorsal.

La fijación específica de fragmentos presenta la ventaja teórica de una menor incidencia de lesiones tendinosas pero aumenta las lesiones nerviosas en relación a la rama dorsal sensitiva del nervio radial en el abordaje de la estiloides radial.

### **16.4 RIESGOS QUE SE RELACIONAN CON LA FIJACIÓN INTERNA PALMAR**

La fijación palmar se asocia a un menor riesgo de lesión tendinosa, mayor facilidad de control de la reducción, puesto que la cortical palmar suele presentar menos conminución por lo que su reducción anatómica facilita la restauración de la longitud radial y la inclinación cubital.

Las lesiones tendinosas son menos frecuentes puesto que la placa siempre queda cubierta por el pronador cuadrado. No obstante, siempre que se respete y no se alcance el margen palmar del radio, si la placa se coloca más distal, puede provocar un conflicto con los tendones flexores. El tipo de placa utilizado por vía palmar suele ser más estable, por lo que la necesidad de utilización de injerto óseo y de inmovilización posterior a la cirugía disminuye.

No obstante, la colocación de placas palmares puede aumentar lesiones arteriales radiales y de la rama cutánea palmar del nervio mediano.

Otra de las complicaciones relacionadas con la utilización de placas palmares y dorsales es la situación intraarticular de tornillos distales, sobre todo en material de osteosíntesis donde se aconseja la localización subcondral de los mismos y fracturas con gran conminución articular. Para el control de dicha complicación se aconseja la visión directa intraoperatoria con una angulación del antebrazo de 20° (ángulo de inclinación cubital del radio), con objeto de que la radiología sea perpendicular a la articulación y se pueda apreciar cualquier situación intraarticular de los tornillos (75).



Situación subcondral de los tornillos, mas pseudoartrosis de la estiloides cubital.

## 16.5 RIESGOS DE LA ARTROSCOPIA

La utilización de la artroscopia para el control de la reducción tiene la ventaja de ofrecer una mayor exactitud en el control de la restauración exacta de la superficie articular, así como en el diagnóstico de lesiones ligamentosas asociadas intracarpianas y lesiones del fibrocartílago triangular.

Durante mucho tiempo el límite de la reducción correcta se consideró 2 mm. Más recientemente, se ha sugerido que el límite sería 1 mm.

El momento óptimo para la reducción bajo control artroscópico es entre los 3-7 días tras la fractura, para disminuir la extravasación de líquido y el síndrome compartimental.

Después de 7 días, es difícil desimpactar la fractura sin un abordaje clásico. Las potenciales complicaciones de la artroscopia son las lesiones neurotendinosas y cartilaginosas al introducir los trócares.

## **16.6 RIESGOS DEL USO DE INJERTO ÓSEO**

El uso de injerto óseo, no está exento de problemas. La cresta iliaca y el radio distal son las zonas donadoras más utilizadas en cirugía de extremidad superior, pero el radio no puede ser utilizado en fracturas de radio ipsilaterales. La cresta ilíaca nos ofrece un injerto óseo abundante pero estudios retrospectivos han mostrado una tasa de complicaciones menores de hasta el 22% y mayores de hasta el 2-3%: el dolor en la zona donante puede ser importante y muchas veces, persistente. El radio distal como donante durante una fractura de radio distal se hace difícil, además de las complicaciones descritas, nada despreciables en un paciente laboral (Síndrome de De Quervain 1,3%, Infección local 0,2%, neuronas superficiales radiales 0,2%, fracaso del injerto 2,3%), (76,77).

## **17. TRATAMIENTO DE SECUELAS DE LAS FRACTURAS DEL RADIO DISTAL**

La mano, a diferencia de la extremidad inferior, no precisa un desarrollo de potencia para desarrollar sus funciones, sino una correcta estabilidad. La disminución de la movilidad que ocasiona la artrosis radiocarpiana puede estar dentro del arco considerado funcional, pero genera una incapacidad importante en gran parte de las actividades del paciente si es doloroso.

Las secuelas de las fracturas y fracturas luxaciones del radio distal y el carpo son la causa más frecuente de artrosis postraumática a nivel del radio. Otras causas frecuentes son la pseudoartrosis y la inestabilidad en flexión del escafoides, conocidas por las siglas SNAC (Scaphoid Nonunion Advanced Collapse) y SLAC (Scaphoid-Lunate Advanced Collapse) (78, 79).

El colapso avanzado escafolunar (SLAC), (Watson, 1984), es la forma más común de artrosis degenerativa de la muñeca (55%). Otros patrones son menos frecuentes: artrosis escafo-trapecio-trapezoidea (26%), una combinación de ambos patrones (14%) y una miscelánea de casos (5%).

La historia natural de la pseudoartrosis del escafoides carpiano y la disociación escafolunar no tratadas es la progresión hacia esta situación. Pero el patrón SLAC también se ha observado en otras situaciones como en las fracturas de la extremidad distal del radio, la necrosis avascular del semilunar o del escafoides y en muñecas con depósito de pirofosfato cálcico (pseudogota). Aunque el término SLAC se utilizó inicialmente de forma general como la fase final de todas estas patologías, Krakeuer observó un comportamiento diferente en la progresión de la degeneración en la pseudoartrosis de escafoides y acuñó el término colapso avanzado en la pseudoartrosis de escafoides (muñeca SNAC) para las pseudoartrosis de escafoides crónicas.

El patrón degenerativo SLAC y SNAC cursa en 3 fases. En la fase primera los cambios degenerativos comienzan entre la estiloides radial y el polo distal del escafoides tanto en la pseudoartrosis de escafoides como en la disociación escafolunar. En la segunda fase de la disociación escafolunar los cambios degenerativos progresan entre el radio distal y el polo proximal del escafoides. En cambio en la pseudoartrosis de escafoides este espacio permanece respetado y la afectación progresa hacia la articulación escafo-hueso grande. En la tercera fase de ambas situaciones se afecta la articulación hueso grande-semilunar respetando siempre la articulación radio-semilunar. Recientemente se han observado diferentes patrones degenerativos SNAC según la localización de la pseudoartrosis de escafoides crónica. La pseudoartrosis de los tercios proximal y medio muestran los primeros cambios degenerativos a nivel de la articulación radioescafoidea, esto es seguido por la afección del espacio escafo-hueso grande y por último la articulación semiluno-hueso grande. En las pseudoartrosis del tercio distal los cambios degenerativos solo se observan en el espacio entre semilunar y el hueso grande. La inestabilidad en DISI va incrementando con el tiempo en las pseudoartrosis del polo distal y del tercio medio pero las del polo proximal rara vez desarrollan inestabilidad.

La mayoría de los SLAC cursan con dolor, fundamentalmente mecánico, y pérdida de movilidad de la muñeca, en todos los planos de movimiento pero especialmente de la desviación radial. Sin embargo hay algunos casos en personas de baja demanda que

aunque presentan una degeneración avanzada en la imagen radiológica son mínimamente sintomáticos con una movilidad limitada pero indolora.

### **17.1 TRATAMIENTO DEL COLAPSO AVANZADO DEL CARPO**

Las técnicas quirúrgicas de las que se dispone para el tratamiento de esta patología son todas de salvamento. Por esta razón en los casos asintomáticos o mínimamente sintomáticos se recomienda tratamiento conservador. Entre las técnicas quirúrgicas que se han propuesto se incluye la estiloidectomía radial, la denervación de la muñeca, la resección de la hilera proximal del carpo, la fusión de las cuatro esquinas, la artroplastia de muñeca y la artrodesis total de muñeca. La resección de la hilera proximal es una alternativa a considerar a la artrodesis de las cuatro esquinas pero solo se puede realizar cuando el espacio hueso grande-semilunar está preservado. La elección entre la artrodesis de las 4 esquinas y la resección de la hilera proximal del carpo debe basarse en las preferencias del cirujano, sin embargo la última se reserva para los pacientes con menos requerimientos mecánicos y que prefieren mayor movilidad. Cuando la superficie articular de la cabeza del hueso grande está dañada, la resección de la hilera proximal del carpo no está indicada y la alternativa a la artrodesis de las cuatro esquinas es la artrodesis total de muñeca. Esta intervención es una muy buena técnica para aliviar el dolor pero que obviamente implica una pérdida total de la movilidad. En las últimas series publicadas ha mostrado peores resultados a la artrodesis de las cuatro esquinas (80, 81). En personas de edad avanzada (por encima de los 65 años) y de demanda funcional limitada se puede considerar como alternativa una prótesis total de muñeca.

### **17.2 ARTRODESIS DE LAS 4 ESQUINAS**

La artrodesis de las cuatro esquinas fue inicialmente descrita por Watson (81) para el tratamiento de esta patología. Combina la extirpación del escafoides carpiano con la artrodesis de los huesos grande, ganchoso, semilunar y piramidal. Para la fijación de los huesos a fusionar se han utilizado tornillos de Herbert y grapas realizando una configuración en U pero lo más extendido es el uso de clavos de Kirchsner. Recientemente se han introducido unas placas circulares para la estabilización como la placa Spider. Watson inicialmente sustituía el escafoides por una prótesis de silicón para evitar la desviación radial pero esto solo conducía a complicaciones como luxaciones o fracturas del implante, siliconitis (82). Actualmente tanto Watson como otros autores están de acuerdo que no es necesario la sustitución protésica del escafoides y el uso de implantes de silicón está contraindicado. Algunos autores han combinado la extirpación del escafoides con la artrodesis únicamente de la articulación semiluno-hueso grande para dejar sin tocar las articulaciones no dañadas de la parte cubital del carpo. Esto en realidad no añade ningún beneficio a la artrodesis de las cuatro esquinas y tiene un índice más elevado de pseudoartrosis. Además de las indicaciones iniciales para el tratamiento de la muñeca SNAC y SLAC en las fases I y III también se han ampliado sus indicaciones a los siguientes problemas: necrosis del escafoides o enfermedad de Preiser, lesiones osteocondrales en la articulación semiluno-hueso grande que se observan frecuentemente en luxaciones carpianas, necrosis de la cabeza del hueso grande, inestabilidad mediocarpiana. En estos últimos casos la resección del escafoides carpiano no siempre es imprescindible.

La artrodesis de la articulación mediocarpiana anula el movimiento de lanzamiento de dardos descrito por García-Elías y convierte la muñeca en una articulación simple tipo cóndilo carpiano. La eficacia de esta artrodesis se basa en suprimir el escaso movimiento doloroso de la articulación mediocarpiana y permitir un amplio movimiento sin dolor en la articulación radiocarpiana (80).

Se ha diseñado una modificación a esta técnica con el objetivo de conseguir un alto índice de consolidaciones y realizar una fijación estable que permita una rehabilitación precoz y por tanto mantener el mayor arco de movilidad posible. Esta modificación se caracteriza por el uso de una placa de injerto corticoesponjoso procedente de la cresta ilíaca y el relleno del defecto creado en el carpo tras la extirpación del escafoides carpiano con tendón autólogo.

### **17.2.1 Técnica Quirúrgica**

La intervención que se realiza con la modificación es la fijación con la placa Spider bajo anestesia general e isquemia del brazo. Se realiza un abordaje dorsal longitudinal medio centrado sobre la articulación radiocarpiana. Se procede a disección del tejido subcutáneo hasta la exposición de todo el retináculo extensor. El retináculo se incide entre el tercer y cuarto compartimento. Posteriormente el retináculo extensor se levanta del tubérculo de Lister lo que permite sacar el tendón del músculo extensor pollicis longus del tercer compartimento y separarlo radialmente. Se abre entonces el cuarto compartimento sacando los tendones del extensor digitorum comunis que se rechazan cubitalmente. En este momento se asocia una neurectomía del nervio interóseo posterior en la zona más proximal, dejando el muñón del nervio lo más profundo posible. Se realiza entonces una incisión de la cápsula en forma de Z con un corte longitudinal medio centrado sobre el semilunar. Se hace una incisión hacia radial desde el vértice proximal desinsertando la cápsula del radio, que respeten de esta forma las fibras más cubitales del ligamento radio-semiluno-piramidal y se completa con una incisión hacia cubital desde el vértice distal. De esta forma se levantan dos colgajos triangulares de cápsula que exponen ampliamente los 4 huesos que se pretenden artrodesar y el escafoides.

Una vez expuestos los huesos carpianos se examinan las superficies articulares para confirmar la extensión de la artrosis. Se realiza la extirpación completa del escafoides con una pinza gubia teniendo cuidado de no dañar los ligamentos extrínsecos. No es necesario asociar estiloidectomía radial. En los casos donde no exista artrosis radioescafoidea no es necesario la extirpación del escafoides como sucede en la artrosis o inestabilidad mediocarpiana. Tampoco es necesaria la extirpación completa de este hueso en el colapso del carpo secundario a una pseudoartrosis de escafoides (muñeca SNAC) pudiendo dejar el polo proximal que conserva su superficie articular indemne. Se realiza también extirpación con gubia del cartílago articular y hueso subcondral de las áreas de contacto entre los huesos grande, semilunar, piramidal y ganchoso teniendo cuidado en la articulación luno-piramidal de no extirpar la parte más proximal para no dañar la superficie que se articula con el radio. A veces es necesario usar una fresa de alta velocidad o una sierra de pequeño tamaño cuando existe gran esclerosis subcondral. Se fijan temporalmente los cuatro huesos del carpo con clavos de Kirchsner teniendo la precaución de colocar el semilunar en posición neutra con respecto al radio ya que la tendencia es a colocarse en dorsiflexión. Para ello puede ser útil colocar un clavo de Kirchsner en el semilunar para manejarlo. Se comprueba por radioscopia la correcta

alineación de los 4 huesos que se quieren artrodesar y nos fijamos especialmente en la proyección lateral en la posición radio-semilunar-hueso grande.

Inicialmente se tallaba con un escoplo pequeño una caja cuadrangular donde se introducía una placa de injerto corticoesponjoso de cresta ilíaca del mismo tamaño que se atornillaba a los 4 huesos a artrodesar. Actualmente se coloca una placa circular donde previamente se utiliza un avellanador hasta llegar a hueso esponjoso en los huesos de la artrodesis y que la placa quede por debajo de la superficie dorsal del hueso. Se obtiene el injerto de escafoides y se introduce entre las superficies articulares, en la unión de la fusión de las cuatro esquinas, en el fondo del defecto raspado y abundantes virutas de esponjosa. En los casos en que el escafoides se encuentre muy esclerosos (lo cual es muy frecuente) o cuando no se vaya a extraer este hueso, se introduce injerto esponjoso de cresta ilíaca. Posteriormente se alinea la placa "Spider" y se fija con tornillos. Hay que poner especial atención en el brocado y en la medición del tornillo destinado a fijar el hueso piramidal para evitar dañar la articulación piso-piramidal o que el tornillo sea largo y la punta interfiera en la articulación. Se realiza control fluoroscópico para comprobar la posición de la placa y los tornillos, así como pruebas de movilidad para comprobar la estabilidad de la placa y que el borde de la placa proximal o las cabezas de los tornillos no choquen con el labio dorsal del radio en la dorsiflexión. Se cierra la cápsula con puntos sueltos de sutura absorbible y se libera la isquemia para realizar hemostasia y lavado abundante. Se coloca un drenaje en el subcutáneo y se cierra la piel con puntos sueltos de nylon. Se realiza un vendaje generoso e inmovilización de la muñeca con una férula de yeso en ligera dorsiflexión y desviación cubital de la muñeca. La inmovilización se mantiene durante 3 semanas para que de tiempo a la cicatrización de las partes blandas y se inicie la consolidación y se comienza con la movilización progresiva de la muñeca (81, 82).

#### **Los objetivos que se buscan con esta técnica son:**

- Con la fusión del hueso grande, ganchoso, semilunar y piramidal se estabiliza la mediocarpiana y se elimina el dolor originado por la artrosis entre el hueso grande y semilunar. El uso de la placa fija los huesos de forma que se evita la pérdida de altura del carpo.
- La extirpación del escafoides elimina el dolor secundario a la artrosis periescafoidea cuando exista.
- La neurectomía del nervio interóseo posterior refuerza el efecto analgésico al realizar una denervación parcial de la muñeca.

La artrodesis de las cuatro esquinas es una técnica que ha mostrado su efectividad tanto en la estabilización de la articulación mediocarpiana como en la eliminación del dolor en las áreas afectadas. Las únicas dos contraindicaciones absolutas son la translación cubital y la existencia de cambios degenerativos en la articulación entre el radio y el semilunar. Las publicaciones previas con relación a esta técnica quirúrgica notifican una preservación de la fuerza y un rango de movilidad aceptable.

La clave del éxito de esta técnica quirúrgica depende de la obtención de una fusión sólida entre los cuatro huesos que se artrodesan, con el semilunar en una posición adecuada neutra. Esto permite por lo tanto la supresión del dolor y conseguir el máximo de movilidad en el espacio radiocarpiano. El mantenimiento del máximo rango de movilidad tras esta operación se basa en una buena técnica quirúrgica con corrección

de la deformidad en DISI y de un adecuado programa de rehabilitación de la muñeca, que debe ser de inicio temprano y de duración prolongada.

Para realizar una rehabilitación muy temprana se necesita de una estabilización inmediata. Los objetivos de esta técnica son: 1) Evitar la disminución de altura del carpo y por lo tanto la pérdida de fuerza realizando una fijación “in situ” de los huesos del carpo interponiendo entre los mismos injerto esponjoso del escafoides extirpado, 2) Incrementar el índice de consolidaciones junto con la obtención de una fijación estable que permita una rehabilitación temprana, 3) Reforzar el control del dolor asociando una neurectomía del nervio interóseo posterior.

La estabilidad intrínseca de esta técnica permite una rehabilitación muy temprana y por lo tanto que se obtenga el máximo de movilidad alcanzable. Además, esto último contribuye a disminuir la incidencia de distrofia simpático refleja que es del 1.5% en las grandes series publicadas (82).

La fijación interna con el uso de un dispositivo mínimo reduce el riesgo de infección y además evita las molestias originadas al paciente con la retirada de los clavos.

No siempre es necesaria la resección del escafoides carpiano como sucede con la necrosis avascular de la cabeza del hueso grande, las lesiones osteocondrales traumáticas de la cabeza del hueso grande y la inestabilidad mediocarpiana. En estos casos no existe una artrosis periescafoidea como sucede en el colapso avanzado del carpo y no obtenemos ningún beneficio con la extirpación de este hueso carpiano. En la muñeca SNAC donde se preserva la articulación entre el polo proximal del escafoides carpiano y la fosa escafoidea del radio también se puede dejar en su posición el escafoides proximal que aumentará la superficie articular del nuevo cóndilo carpiano creado tras la artrodesis.

En el estudio radiológico observamos una conservación de la altura del carpo y consolidación de todos los casos. Esta puede ser difícil de valorar, especialmente cuando se coloca un dispositivo circular que tapa el punto de consolidación en las 2 proyecciones. En estos casos se valora la integración del dispositivo de fijación interna, la falta de osteolisis alrededor de los tornillos, la no presencia de rotura de material y por supuesto cotejarlo con la clínica. Algunos autores han propuesto la realización de un TAC en los casos dudosos para valorar la consolidación.

Estudios recientes reportan una elevada incidencia de pseudoartrosis (25%) en las artrodesis realizadas con placa circular.

La artrodesis de las cuatro esquinas esta indicada en los casos sintomáticos de muñeca SLAC o SNAC grados II y III y satisface los objetivos previamente establecidos de fijación inmediata estable, movilización temprana, alto índice de consolidaciones y preservación de la altura del carpo. Otras indicaciones menos frecuentes de la técnica son la necrosis avascular de la cabeza del hueso grande, las lesiones osteocondrales traumáticas de la cabeza del hueso grande y la inestabilidad mediocarpiana.

La utilización de placas circulares permite una movilización y rehabilitación más precoz pero hay que hacer un raspado minucioso de todas la superficies articulares y un relleno de injerto con astillas de tejido esponjoso.

### **17.3 ARTRODESIS DE MUÑECA.**

La artrosis radiocarpiana es la principal causa de dolor e incapacidad funcional a nivel de la muñeca, siendo las fracturas de la extremidad distal del radio la causa más frecuente. El 20% de las fracturas ocasionan artrosis importante en las articulaciones radiocarpiana y/o radiocubital distal y esta cifra aumenta hasta un 65% cuando se trata de fracturas intraarticulares. Incluso después de lograrse reducciones anatómicas se observa una incidencia de artrosis del 11%, que aumenta hasta el 91% cuando el escalón articular es de 1-2 mm y del 100% cuando es mayor de 2 mm.

Tradicionalmente no se considera que la consolidación viciosa sea un factor predisponente, sin embargo Park et al han descrito que las fracturas que presentan más de 30° de angulación dorsal o más de 5 mm de acortamiento radial residual ocasionan una desalineación carpiana que puede originar a largo plazo una artrosis radiocarpiana.

Otras causas son la pseudoartrosis y la inestabilidad en flexión del escafoides, conocidas por las siglas SNAC (Scaphoid Nonunion Advanced Collapse) y SLAC (Scaphoid-Lunate Advanced Collapse) respectivamente, la necrosis del semilunar (Kienböck) y del escafoides (Preiser), artritis reumatoide, lesiones tumorales, enfermedades por depósito y la artritis séptica.

Cuando se encuentran afectadas de una forma severa las superficies articulares de la medio y radiocarpiana, descartadas otras posibilidades, la artrodesis total de muñeca es una opción. Se encuentra indicada en pacientes activos con procesos articulares degenerativos, inflamatorios, postinfecciosos o postraumáticos avanzados que afecten a las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana, que originen un dolor incapacitante que no pueda ser controlado mediante medios conservadores. Se consideran contraindicaciones absolutas la presencia de fisuras abiertas, la pérdida de tejido de cobertura por lesión de partes blandas y la infección activa de la muñeca.

Son contraindicaciones relativas los pacientes ancianos con baja demanda funcional (en los que puede utilizarse una artroplastia de muñeca) o los tetraplégicos que tengan modificado el patrón de movilidad y de pinza.

La artrodesis total de muñeca es una cirugía “ganadora”. Estabiliza la articulación radiocarpiana, elimina el dolor de la muñeca y permite que las articulaciones vecinas, tanto proximales y distales, puedan realizar las funciones de puño y palma de la mano, así como un correcto desarrollo de la cadena cinemática del miembro superior.

Desde que Eli en 1910 describió el primer caso de artrodesis de la muñeca, han sido muchas las técnicas empleadas para realizar la fijación de la muñeca.

La fijación mediante clavos endomedulares combinados con injertos locales o de cresta iliaca presenta buenos resultados, especialmente en pacientes reumáticos con baja demanda funcional, pero con la aparición de las placas y tornillos se han mejorado la consolidación y recuperación funcional, especialmente necesaria para los pacientes de alta demanda funcional.

Para pacientes laborales, que precisen alta demanda funcional, es preferible la posición neutra o en leve flexión dorsal de 10°. Esta posición ofrece la mayor fuerza de agarre

para el uso de herramientas, no origina desbalances digitales distales y facilita el aseo o higiene personal de los pacientes.

Algunos autores recomiendan 10-30° de flexión dorsal y 10-15° de desviación cubital en afectaciones unilaterales. Esta posición permite obtener el máximo rendimiento de fuerza y la que permite realizar la mayoría de las actividades para la vida diaria.

**En el caso de afección bilateral, no hay consenso con respecto a la posición. Brunfield y Champoux recomiendan 10° de flexión dorsal para ambas extremidades, Rayan et al recomiendan 5-10° de flexión palmar para la muñeca no dominante y neutra para la dominante y Clayton et al. Sugieren la posición neutra para ambas muñecas.**

Es importante realizar una correcta valoración individual, teniendo en cuenta la edad, dominancia y la actividad laboral. Es importante evaluar la muñeca contralateral y las articulaciones vecinas proximales y distales. Con frecuencia aparecen síndrome del túnel carpiano (25%) o lesiones de la radiocubital distal que precisan tratamiento adicional o a posteriori.

En pacientes con media-alta demanda funcional, es necesario fijar la articulación carpo-metacarpiana, ya que incrementa su movilidad cuando se fija la medio y radiocarpiana y compensa parcialmente la pérdida de movilidad originada por la artrodesis lo que origina un proceso degenerativo precoz a nivel de esta articulación.

La utilización del tipo de injerto óseo viene condicionada por la pérdida de reserva ósea originadas por el proceso degenerativo y la coexistencia de cirugías previas.

El injerto de cresta iliaca debe utilizarse cuando sea estrictamente necesario, ya que puede incrementar de morbilidad de forma innecesaria. Están descritas complicaciones mayores de la zona donante, como infección, drenaje prolongado, lesión del nervio femorocutáneo lateral y hematomas, en el 8,6% y menores tales como infección superficial, parestesias, dolor residual o problemas menores con la herida en el 21% de los casos.

Los pacientes con enfermedad de Kienböck precisan con mayor frecuencia injerto de cresta iliaca (43%). Esto se debe a que suelen tener un mayor número de cirugías previas, como artrodesis parciales y carpectomías proximales, que condicionan un déficit de las reservas de hueso y aumenta la necesidad utilización de injerto procedente de cresta iliaca.

Algunos autores recomiendan retirar sistemáticamente todas las placas por la elevada incidencia de complicaciones. Es importante que durante el cierre quirúrgico la placa quede cubierta completamente y el extensor pollicis longus se trasponga porque de esta forma disminuye la posibilidad de rotura tendinosa y la necesidad de retirar el material.

**Los resultados que hasta el momento se encuentran reportados en la literatura no presentan diferencias significativas y coinciden en que el 90% de los pacientes se encuentran sin dolor y el grado de satisfacción se eleva hasta el 93% de los casos Pese a los excelentes resultados presentados y los publicados en la literatura, el 4,8-**

**9% de las artrodesis presenta dolor de difícil explicación a pesar de una fijación correcta.**

83. Rauhaniemi J, Tiusanen H, Sipola E. Total wrist fusion: a study of 115 patients. J Hand Surg 2005; 30B:217-9.

84. Vicar AJ, Burton RI. Surgical management of the rheumatoid wrist – fusion or arthroplasty. J Hand Surg 1986; 11-A:790-7.

Como norma general, la consolidación con placa dorsal es mayor (90-98%) que con otras técnicas alternativas, como el enclavado endomedular (82%).

El máximo rendimiento funcional se obtiene al año. La mayoría de los pacientes pueden realizar la mayoría de las actividades de la vida diaria casi de forma normal, con limitaciones variables para la higiene perineal, manipulación en espacios reducidos, abrocharse los botones de la camisa o abrir botes, que se acentúan cuando la fusión es bilateral.

**El grado de satisfacción es variable. Rauhaniemi et al en 115 paciente tratados con artrodesis total de muñeca encontraron un 40% de pacientes insatisfechos con el resultado obtenido y Vicar y Burton constataron que los pacientes tratados con artroplastia se encontraban más satisfechos que con la artrodesis de muñeca, cuando se realizan de forma bilateral. (10,11)**

83. Rauhaniemi J, Tiusanen H, Sipola E. Total wrist fusion: a study of 115 patients. J Hand Surg 2005; 30B:217-9.

84. Vicar AJ, Burton RI. Surgical management of the rheumatoid wrist – fusion or arthroplasty. J Hand Surg 1986; 11-A:790-7.

**En la serie de Hastings et al, en 79 artrodesis de muñeca, el 10% volvieron a trabajar con una ocupación de menor demanda funcional y el 25% no se reincorporaron a su trabajo previo por factores relacionados con la cirugía. (4)**

85. Hastings H, Weiss APC, Quenzer D, Wiedman G, Hanington KR, Strickland JW. Arthrodesis of the wrist for post-traumatic disorders. J Bone Joint Surg Am 1996;78A:897-902.

## 18. Conclusiones.

Las fracturas de radio distal son lesiones frecuentes cuyo tratamiento ha seguido mejorando gracias a un mayor reconocimiento de los diferentes tipos de fracturas existentes y sus lesiones asociadas así como al desarrollo de mejores técnicas para su estabilización quirúrgica. La valoración inicial del paciente con una fractura de radio distal debe concentrarse en identificar lesiones asociadas — tanto en la articulación de muñeca como en el resto de la extremidad superior— y evaluar la lesión con técnicas de diagnóstico por imágenes adecuadas que permitan comprender la naturaleza de la fractura. Las radiografías simples, radiografías en tracción y, en casos seleccionados, la tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional ayudan a entender el grado de desplazamiento e inestabilidad. El tratamiento conservador mediante reducción e inmovilización con yeso proporciona buenos resultados siempre y cuando la incongruencia articular residual no supere los 2 mm y no existan más de 2 mm de acortamiento radial, más de 5 grados de pérdida de inclinación radial, o más de 10 grados de pérdida de inclinación palmar. En caso contrario, es preferible optar por la estabilización quirúrgica. Las fracturas más sencillas pueden estabilizarse con agujas de Kirschner, pero con frecuencia es necesario recurrir a osteosíntesis con placa o fijación externa.

La osteosíntesis con placa ha ganado popularidad recientemente gracias al desarrollo de placas con tornillos bloqueados y de mejores abordajes quirúrgicos; muchos cirujanos la consideran actualmente la técnica de elección. La fijación externa, generalmente asociada a agujas de Kirschner, se reserva para fracturas con tal grado de conminución en el segmento distal que la osteosíntesis con placa no resulta factible. El desarrollo de sustitutos óseos permite rellenar de forma primaria las zonas de defecto óseo típicas de las fracturas de radio distal inestables sin necesidad de recurrir a la toma de autoinjerto, asociada con una cierta morbilidad.

El abordaje extendido constituye un gran aporte a la resolución de las fracturas de la EDR, ya que nos permite sin importar el tipo de fractura, ni su patrón de desplazamiento, poder resolver de una manera eficaz las fracturas a este nivel, solo su correcto desarrollo, plano a plano, tal y como se describió, permitirá la relajación de las estructuras, facilitando así su manipulación y reducción, con poco esfuerzo para el cirujano y excelente resultado para el paciente.

Las principales complicaciones de las fracturas de radio distal son la consolidación en mala posición, las roturas tendinosas, la neuropatía del mediano, la distrofia simpático refleja, y la artrosis postraumática. Los avances producidos a lo largo de la última década probablemente conduzcan a una menor incidencia de estas complicaciones y una mejoría de los resultados globales obtenidos en el tratamiento de las fracturas de radio distal.

La estabilización de las columnas (paraarticular, cubital y radial) y la restauración del triángulo de fuerzas en la metafisis de la extremidad distal del radio son esenciales para obtener una reducción firme y duradera.

Mediante una buena técnica y adecuada selección del paciente, la reducción indirecta y fijación percutánea ofrece unos resultados clínicos y radiológicos similares a los comparados con otras técnicas quirúrgicas.

No obstante, los resultados clínicos y funcionales a partir del año siguen siendo una incógnita, por lo que necesitamos series más largas y con seguimientos mayores para confirmar los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Pouteau C. Ocurres posthumes de M. Pouteau. Mémoire, contenant quelques reflexions sur quelques fractures de l'avant-bras sur lês luxations incompletes du poignet et sur lateral epicondylitis diastasis. Paris: Ph. Pierres. 1783.
2. Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius. Edimburgh Med Surg J 1814;10:182-6.
3. Barton JR. Views and treatment of an important injury of the wrist. Medical Examiner 1838;365-8.
4. Smith RW. A treatise on fractures in the vicinity of the joints an on certain forms of accidental and congenital dislocations. Dublin: Hodges & Smith. 1847.
5. Fernandez DL. Fractures of the distal radius: operative treatment. Instr Course Lect 1993;42:73-88.
6. Jupiter, J.B.; Ring, B.C.A.O. Manual fracture management – Hand and Wrist. Thieme. 2004.
7. Orsay JL. The Treatment of Instable Distal Radius Fractures with Volar Fixation. Hand Surgery 2000;5:103-12.
8. Orbay JL, Badia A, Indriago IR, Khouri RK, González E, Fernandez DL. Manejo de la fractura dorsal del radio distal por vía volar utilizando la placa DVR. Rev Iberoam Cir Mano 2001;28:28-35.
9. Orsay JL, Fernández DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: A preliminary report. J Hand Surg 2002;27A:205-15.
10. Orbay JL, Indriago I, Badia A, Khouri R, Osorio L, Nuñez A, González-Hernández E. Osteosintesis Volar par las fracturas distales del Radio. Rev Ortop Traumatol 2003;47 (Supli.1):42-47.
11. Orbay JL, Fernández DL. Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. J Hand Surg 2004;29:96-102.
12. Orbay JL. Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures. Hand Clin 2005;21:347-54.
13. Júpiter JB, Fernández DL, Toh CL, Fellman T; Ring D. Operative treatment of Volar intra-articular fractures of the distal end of the radius. J Bone Joint Surg Am 1996;78A:1817-28.
14. Drobetz H, Kutscha-Lissberg E. Osteosynthesis of distal radius fractures with a volar locking screw plate system. Int Orthop 2003;27:1-6.
15. 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 2003; 28A:9A-104.
16. Constantine KJ, Clawson MC, Stern PJ. Volar neutralization plate fixation of dorsally displaced distal radius fractures. Orthopaedics 2002;25: 125-128.
17. Henry AK. Extensile Exposure. 2<sup>nd</sup> Ed. Baltimore, Williams and Wilkins 1957;67.
18. Orbay JL, Badia A, Indriago IR, Infante A, Khouri RK, González E, Fernández DL. The Extended Flexor Carpi Radialis Approach: A New Perspective for the Distal Radius Fracture. Techniques in Hand Upper Extremity Surg 2001;5:204-11.

- 19 Oyrand G. Mémoire sur lés fractures de l'extrémité inférieure du radius qui simulent lés luxations du poignet. *Gaz MÉD* 3:664-7.
- 20 Júpiter JB, Fernández DL. Comparative classification for fractures of distal end of the radius. *J Hand Surg* 1997;22A:101-9.
- 21 Gartland JJ, Werley CW. Evaluation of healed Colles fractures. *J Bone Joint Surg* 1951;33A:895-907.
- 22 Older TM, Stabler GV, Cassebawm WH. Colles fracture evaluation and selection of therapy. *J Trauma* 1965;5:469-74.
- 23 Jenkins NH. The unstable Colles fractures. *J Hand Surg* 1989;14B:149-54.
- 24 Lidstrom A. Fractures of the distal end of the radius: a clinical a statistical study of end results. *Acta Orthop Scand* 1959;30 (suppl 41):1-118.
- 25 Sarmiento A, Pratt G, Berry N, Sinclair W. Colles fracture: functional bracing in supination. *J Bone Joint Surg Am* 1962;44A:337-351.
- 26 Rayhck J. Symposium: management of intraarticular fractures of the distal radius. *Contemp Orthop* 1990;21:71-104.
- 27 Mueller M, Nazarin S, Koch P, Schtzker J. The comprehensive classification of long bones. New York: Springer-Verlag, 1990;54-63.
- 28 Frykman G. Fractures of the distal radius, including sequelae – shoulder and finger syndrome, disturbance in the distal radioulnar joint and impairment of nerve function: a clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand* 1967;108 (suppl): 1-153.
- 29 McMurthy RY, Jupiter JB. Fractures of the distal radius. En: Browner B, Jupiter JB, Levine A, Trafton P (eds). *Skeletal trauma*. Philadelphia: WB Saunders, 1991;1063-94.
- 30 Melone CP. Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation. *Clin Orthop North Am* 1993;24:239-53.
- 31 Cooney WP. Fractures of the distal radius: a modern treatment-based classification. *Orthop Clin North Am* 1993;24:211-6.
- 32 Castaing J. (Le Club des Dix). Les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. *Rev Chir Orthop* 1964;50:581-666.
- 33 Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, et al. Intracarpal soft-tissue lesions associated with a intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg (Am)* 1996; 78A: 357-65.
- 34 Lindau T, Arner M, Hagberg L. Intraarticular lesions in distal fractures of the radius in young patients. *J Hand Surg (Br)* 1997; 22B:638-43.
- 35 Richards RS, Bennett JD, Roth JH, et al. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg (Am)* 1997; 22A:772-76.
- 36 Mehta JA, Bain GI, Heptinstall RJ. Anatomical reduction versus fluoroscopic reduction in the management of intra-articular distal radius fractures. An arthroscopically assisted approach. *J Bone Joint Surg (Br)* 2000; 82B:79-86.
- 37 Yield J, Herbert T, Prosser R. The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. Citado en: "Total wrist fusion: a functional assessment". *J Hand Surg*. 1996. 21B:429-33.
- 38 Bechtol CO. Clinical muscle testing. *AAOS Instruccionoal Course Lect* 1953; 10:244-9.
- 39 Aulicino PL. Clinical examination of the hand. En "Rehabilitation of the hand and the upper extremity" de Hunter, Mackin y Callahan. 5 th ed. 2002. Mosby Inc 120-42.

- 40 Bellace JV, Healy D, Besser MP, Byron T, Hohman L. Validity of the Dexter Evaluation System's Jamar dynamometer attachment for assessment of hand grip strength in a normal population. *J Hand Ther* 2000; 13:46-51.
- 41 Bohannon RW. Manual muscle testing: does it meet the standards of an adequate screening test? *Clin Rehabil* 2005; 19:662-7.
- 42 Schwartz S, Cohen ME, Harbison GJ, Shah A. Relationship between two measures of upper extremity strength: manual muscle test compared to hand-held myometry. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73:1063-8.
- 43 Tyler H, Adams J, Ellis B. What can handgrip strength tell the therapist about hand function?. *British J. Hand Ther* 2005; 10:4-9.
- 44 Bodur H, Yilmaz O, Keskin D. Hand disability and related variables in patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int* 2006; 26:541-4.
- 45 Michener SK, Olson AL, Humphry BA, Reed JE, Stepp DR, Sutton AM, Moyers PA. Relationship among grip strength, functional outcomes, and work performance following hand trauma. *Work* 2001; 16:209-17.
- 46 Bohannon RW. Adoption of hand-held dynamometry. *Percept Mot Skills* 2001; 92:150.
- 47 Dvir Z. The measurement of dynamic finger flexion strength using isokinetic dynamometry. *Clin Biomech* 1997; 12:473-81.
- 48 Gliatis J, Plessas S, Davis T. Outcome of distal radial fractures in Young adults. *J Hand Surg* 2000; 25B:535-43.
- 49 Wiesler E, Chloros , Mahirogullari M, Kuzma G. Arthroscopic management of distal radius fractures. *J Hand Surg* 2006; 31A:1516-26.
- 50 Kamath A, Zurakowski D, Day C. Low-profile dorsal plating for dorsally angulated distal radius fractures: an outcomes study. *J Hand Surg* 2006; 31A:1061-7.
- 51 Benson L, Minihane K, Stern L, Eller E, Seshadri R. The outcome of intra-articular distal radius fractures treated with fragment-specific fixation. *J Hand Surg* 2006; 31A:1333-9.
- 52 Orbay J, Indriago I, Khouri R, Osorio L, Nuñez F, Gonzalez E. Osteosíntesis volar para las fracturas distales del radio. *Rev Ortop Traumatol* 2003; 47 (supli. 1):42-7.
- 53 López-Casero R, Galeote E, de Pedro JA, Garcia de Lucas F, Pérez Caballer AJ, García López A. ET AL. Fractura de La extremidad distal de radio tratadas con fijador externo de muñeca. *Rev Fij Ext* 1995; 1: 21-6.
- 54 Penning D. Dynamic external fixation of distal radius fractures. *Hand Clinics* 1993; 9:587-602.
- 55 Aung L Ladd MD, Nathan B, Plianx, MD. Papel del injerto óseo y alternativas del tratamiento de las fracturas inestables del radio distal. *Orthop Clin of North Am (edición española)* 2001; 341-55.
- 56 Earnshaw SA, Aladin A, Suredran S, Moran CG. Closed reduction of colles fractures: comparison of manual manipulation and finger trap-traction: a prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 85A:354-8.
- 57 Ruschel PH, Albertoni WN. Treatment of unstable extra-articular distal radius fractures by modified intrafocal Kapandji method. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2005; 9:7-16.
- 58 Hargreaves DG, Drew SJ, Eckersley R. Kirschner wire pin tract infection rates: a randomised controlled trial between percutaneous and buried wires. *J Hand Surg* 2004; 29B:374-6.

- 59 Grechenig, W; Fellingner, M; Seibert, F.J;Placko, M; Peicha, G. Distal Radius Fractures. The Value of Wrist Arthroscopy in the Acute Setting. *Eur J Trauma* 2004; 30:353-60.
- 60 Hardy, P; Gomes, N; Chebil, M; Bauer, T. Wrist arthroscopy and intra-articular fractures of the distal radius in Young adults. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14:1225-30.
- 61 Lindau, T. Wrist Arthroscopy in Distal Radial Fractures Using a Modified Horizontal Technique (Technical Note). *Arthroscopy* 2001; 17:1-6.
- 62 Lindau T, Adlercreutz C, Aspenberg P. Peripheral tears of the triangular fibrocartilage complex cause distal radiolunar joint instability after distal radial fractures. *J. Hand Surg* 2000; 25A:464-8.
- 63 Wiesler, E.R; Chloros, G.D; Mahirogullari, M; Kuzma, G.R. Arthroscopic Management of Distal Radius Fractures (review article). *J Hand Surg* 2006; 31A:1516-26.
- 64 Orbay J, Tuhami A, Orbay C. Fixed Angle Fixation of Distal Radius Fractures Through a Minimally Invasive Approach. *Tech Hand up extremity* 2005; 9:142-8.
- 65 Tan V, Capo J, Warburton M. Distal radius fracture fixation with an intramedullary nail. *Hand Upper extremity Surg* 2005; 9:195-201.
- 66 Sanhu HS, Khan SN, Suh DY, Boden SD. Demineralized bone matrix, bone morphogenetic proteins, and animal models of spine fusion: an overview. *Eur Spine J* 2001; 10:S122-S131.
- 67 Peterson B, Whang PC, Iglesias R, Wang JC, Lieberman JR. Osteoinductivity of diferent types of demineralized bone matrix. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86A:2243-50.
- 68 Eggli PS, Müller W, Schenk RK, Porous hidroxiapatite and tricalcium phosphate cylinders with different pore size ranges implanted in the cancellous bone of rabbits - a comparative histomorphometric and histologic study of bony ingrowth and implant substitution. *Clinic Orthop* 1988; 232: 127-38
- 69 Larsson S, Bauer TW. Use of injectable calcium phosphate cement for fracture fixation: A review. *Clin Orthop* 2002; 385:23-32.
- 70 Sanzana Salamanca ES. Estudio comparativo de la utilidad de cementos y vidrios basados en fosfatos de calcio como sustitutos óseos en defectos cavitarios experimentales. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona 2004.
- 71 Gutow, Andrew P. Avoidance and treatment of complications to distal radius fractures. *Hand Clin* 2005; 21:295-305.
- 72 Fernández, D.L. Closed manipulation and casting of distal radius fractures. *Hand Clin* 2005; 21:307-16.
- 73 Weil W.M, Trumble T.E. Treatment of distal radius fractures with intrafocal pinning and supplemental skeletal stabilization. *Hand Clin* 2005; 21:317-28.
- 74 Hargreaves DG, Drew SJ, Eckersley R. Kirschner wire pin tract infection rates: a randomized controlled trial between percutaneous and buried wires. *J. Hand Surg (Br)* 2004; 29:374-6.
- 75 Fernandez DL, Wolfe SW. Distal radius fractures. Em: Green D, Hotchkinss R, Pederson W, Wolff S (Eds). *Green's Operative Hand Surgery* (5<sup>th</sup> ed). Churchill-Livingstone, 2005. p645-711.
- 76 Patel JC, Watson K, Joseph E, Garcia J, Wollstein R. Long term complications of distal radius bone grafts. *J Hand Surg (Am)* 2003. 28:784-8.

- 77 Brutus J-P, Loftus JB. Gerdy's tubercle as a source of cancellous bone graft for surgery of the upper extremity: Description of technique. *J Hand Surg* 2006; 31A:147-9.
- 78 Fassler PR, Stern PJ, Kiefhaber TR. Asymptomatic SLAC wrist: Does it exist? *J Hand Surg* 1993; 18A:682-6.
- 79 García López A., Pérez-Ubeda M.J., Marco F., Molina. M and López-Duran L. A modified technique of four-bone fusion for advanced carpal collapse (SALAC/SNAC wrist). *J Hand Surg* 2001; 26B:352-4.
- 80 De Francisco B, García-López A, López Y, Otero J, López-Duran L. Arthrodesis mediocarpiana con placa Spider. *Rev Ortop Traumatol* 2007; 2:69-74.
- 81 Watson HK, Weinzweig J, Guidera PM, Zeppieri J, Ashmead D. One thousand intercarpal arthrodesis. *J Hand Surg* 1999; 24B:307-15.
- 82 Shindle MK, Burton KJ, Weiland AD, Domb BG, Wolfe SW. Complications of circular plate fixation for four-corner arthrodesis. *J Hand Surg* 2007;32:50-3.
- 83 Chung KC, Watt AJ, Kotsis SV. A prospective outcomes study of four-corner wrist arthrodesis using a circular limited wrist fusion plate for stage II scapholunate advanced collapse wrist deformity. *Plast Reconstr Surg* 2006; 118:433-42.
- 84 Rauhaniemi J, Tiisanen H, Sipola E. Total wrist fusion: a study of 115 patients. *J Hand Surg* 2005; 30B:217-9.
- 84 Vicar AJ, Burton RI. Surgical management of the rheumatoid wrist – fusion or arthroplasty. *J Hand Surg* 1986; 11-A:790-7.
85. Hastings H, Weiss A-PC, Quenzer D, Wiedman G, Hanington KR, Strickland JW. Arthrodesis of the wrist for post-traumatic disorders. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78A:897-902.