



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

SOCIEDAD DE BENEFICENCIA ESPAÑOLA, I.A.P.

HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO

RESULTADO FUNCIONAL EN FRACTURAS DEL RADIO DISTAL
COMPARACIÓN ENTRE GRAVEDAD DE LA FRACTURA,
TRATAMIENTO DE ELECCIÓN Y PARÁMETROS
RADIOLÓGICOS INICIALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA

DE LA ESPECIALIDAD EN:

ORTOPEDIA

PRESENTA:

DR. EFRAÍN FARÍAS CISNEROS

ASESOR:

DR. FÉLIX GIL ORBEZO

JEFE DE SERVICIO DE ORTOPEDIA

HOSPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO



HOSPITAL ESPAÑOL

MÉXICO, D. F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Validación de Tesis

Dr. Alfredo Sierra Unzueta

Jefe de Enseñanza e Investigación

Dr. Félix Gil Orbezo

Asesor de Tesis

Jefe del Servicio de Ortopedia

Dr. Cesáreo Ángel Trueba Davalillo

Titular del Curso de Ortopedia

Dr. Efraín Farías Cisneros

Colaboradores

Dr. Rodrigo Jaspeado Reynoso, Universidad La Salle.

Dra. Myrna César Reyes, Universidad La Salle.

Dra. Viridiana de La Herrán, Universidad Autónoma de Baja California.

Agradecimientos

A todas las personas que estuvieron involucradas en la realización de este trabajo, desde su concepción, hasta sus detalles finales. Sin su ayuda, no habría sido posible.

Especialmente a mi director de tesis, Dr. Félix Gil Orbezo, por ser todo este tiempo amigo, maestro y profesor, interesarse siempre de forma integral por los residentes, así como por aceptar amablemente y con entusiasmo dirigir este trabajo, el cual tuvimos la dicha de presentar en varios foros nacionales e internacionales recibiendo muy buenas críticas.

A Mónica por enseñarme a apreciar las cosas buenas de la vida, apoyarme y creer tanto y siempre en mí.

A mi padre Efraín, por su ayuda en la revisión del manuscrito, sus consejos y conocimientos han sido un apoyo invaluable. A mi madre Rosa María, por su constante e incondicional apoyo y consejo.

También, de manera especial, a los doctores Rodrigo Jaspeado Reynoso, Myrna César Reyes y Viridiana de La Herrán, quienes durante su internado de pregrado me regalaron parte de su tiempo para la recopilación de datos y la aplicación de cuestionarios.

A los médicos adscritos y residentes de ortopedia del Hospital Español de México, pues su trabajo diario fue la base de este estudio. Al ya mencionado Dr. Félix Gil; a mi también amigo y profesor Dr. Cesáreo Trueba Davalillo, por su confianza y gran consideración a mi persona; a mis profesores Dr. Carlos Díaz González, Dr. Jorge Pino Aznar y Dr. Juan Valles Figueroa.

A mis maestros y amigos Dr. Racob García Velazco y Alejandro Flores Carrillo, por su amistad y confianza, dones invaluable durante estos años.

A mis amigos Mariana, Miguel Ángel, Carlos, Gabino, Claudia, Gilberto, Jorge, Mónica, Rodrigo, H. Reguera y Andrea.

A la Dra. María Concepción Troitiño Núñez, jefa del servicio de urgencias del Hospital Español, por su amistad, además de su entusiasta y desinteresado apoyo, al igual que al Dr. Alfonso Farías Vega, adscrito del turno vespertino de urgencias. A mi amigo el Dr. Flavio Adrián Grimaldo Gómez, por su valiosa ayuda en la realización del análisis estadístico.

Finalmente, toda mi gratitud a la señorita secretaria Esmeralda Bucio Llerena, del servicio de urgencias, quien me ayudó solícita durante varios días a la recolección de datos, a partir de los cuales fue posible realizar todo el trabajo de investigación.

Dedicatorias

A Mónica, con todo mi cariño,

A mis papás Rosa María y Efraín,

A mis hermanas Elisa, Adriana y Natalia,

A mis abuelos Ramón† y Agustina†, y a mi tía María del Carmen,

A mi padrino Alejandro Salcedo Barrenechea f.s.c.,

Al maestro Dr. Mariano Ramírez Degollado† f.s.c.,

Al Dr. Teófilo Couturier Rey†, a su esposa Adelina Pumarino Naudet† y a su hija Ivette Couturier Pumarino,

A mis amigos y colegas, co-fundadores de **lucerna**, e. a. p. y Trivia,

A mi amigo Dr. Amado de la Torre Ramírez†,

A mis amig@s del grupo 18 Crisol,

A las familias Farías Díaz, Farías Ochoa, Cisneros Tafolla, Amado Galván y Galván Ogazón,

A la srita. Elisa Rodríguez Alduncin,

A los pacientes.

Índice

1. Marco Teórico	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Anatomía de la muñeca sana	9
1.2.1 Cinemática ósea carpal	12
1.2.2 Ligamentos de la muñeca	14
1.2.3 Anatomía subcutánea	17
1.2.4 Anatomía quirúrgica y aplicada	20
1.2.5 Compartimentos dorsales de la muñeca y túnel carpiano	20
1.2.6 Anatomía quirúrgica aplicada del abordaje dorsal a la muñeca	21
1.2.7 Anatomía quirúrgica aplicada de la región volar de la muñeca	25
1.3 Biomecánica de la muñeca sana	32
1.4 Imagenología de la muñeca	38
1.4.1 Radiografía convencional	38
1.4.2 Fluoroscopia	46
1.4.3 Tomografía convencional	48
1.4.4 Tomografía computarizada	49
1.4.5 Resonancia magnética	51
1.4.6 Escáner óseo con tecnecio	53
1.4.7 Artrografía	54
1.4.8 Ecografía	55
1.4.9 Artroscopia	56

1.5	Epidemiología de las lesiones del radio distal y la muñeca	62
1.6	Mecanismo de lesión en fracturas del radio distal	65
1.7	Anatomía patológica en fracturas del radio distal	68
1.7.1	Procesos de reparación de una fractura	68
1.7.2	Involucro articular de la fractura	70
1.7.3	Lesiones que agravan el pronóstico de las fracturas del radio distal	71
1.7.4	Alteración de la articulación radioulnar distal	74
1.8	Inestabilidad en fracturas del radio distal	76
1.9	Hallazgos físicos en fracturas del radio distal	79
1.10	Clasificaciones en fracturas del radio distal	81
1.10.1	Clasificación AO/ASIF	83
1.10.2	Clasificación de Fernandez	86
1.10.3	Clasificación de Frykman	88
1.10.4	Clasificación de Melone	89
1.10.5	Clasificación de Rayhack	90
1.10.6	Clasificación de la Clínica Mayo	91
1.10.7	Clasificación de Thomas de las fracturas de Smith	92
1.11	Funcionalidad, dominancia y destreza	93
1.11.1	Resultados enfocados al paciente y calidad de vida relacionada a la salud	96
1.11.2	Sistemas de puntaje basados en el médico	97
1.11.3	Sistemas de puntaje basados en el paciente	98

1.12	Biomecánica de implantes aplicada al radio distal.	100
1.12.1	Propiedades mecánicas en el tejido óseo de reparación	100
1.12.2	Efectos mecánicos de la curación de la fractura: teoría	102
1.12.3	Aplicaciones clínicas de la consolidación mediada mecánicamente	108
1.12.4	Tipo de implantes utilizados en radio distal y su desempeño mecánico	109
1.12.4.1	Fijación con clavillos y alambres	109
1.12.4.2	Fijación con tornillos	110
1.12.4.3	Fijación externa	112
1.12.4.4	Placas convencionales	114
1.12.4.5	Placas premoldeadas con orificios combinados y tornillos bloqueados	116
1.13	Tratamiento de las fracturas del radio distal	122
1.13.1	Fracturas no desplazadas del extremo distal del radio	124
1.13.2	Fracturas desplazadas del radio distal	127
1.13.2.1	Técnicas de reducción cerrada	128
1.13.2.2	Tratamiento de las fracturas inestables: fijación ósea	133
1.13.2.3	Fracturas articulares: reducción asistida por artroscopia, reducción abierta por abordajes limitados, estabilización específica de cada fragmento y reducción abierta por abordajes estándar	144
1.14	Complicaciones de las fracturas del radio distal	160
1.14.1	Consolidación en mala posición	160
1.14.2	Seudoartrosis	161

1.14.3	La articulación radioulnar distal	163
1.14.4	Dolor en el lado ulnar de la muñeca	164
1.14.5	Rigidez y contractura articular	165
1.14.6	Complicaciones neurológicas	166
1.14.7	Complicaciones relacionadas con el material de osteosíntesis	171
2.	Objetivos de la Tesis	174
3.	Justificación	175
4.	Diseño de Investigación	176
4.1	Hipótesis	176
4.2	Límite de espacio	176
4.3	Aspectos éticos	176
4.4	Viabilidad	176
5.	Metodología	177
5.1	Materiales y métodos.	177
5.2	Evaluación inicial.	177
5.3	Entrevista de seguimiento.	178
5.4	Análisis estadístico.	178
5.5	Características demográficas y basales de los pacientes.	179
5.6	Datos quirúrgicos.	183
6.	Resultados.	185
7.	Comprobación de Hipótesis.	189
8.	Discusión.	190
9.	Conclusiones.	193
10.	Bibliografía.	197

1. Marco Teórico

1.1 Antecedentes.

Las fracturas del radio distal han sido analizadas en la bibliografía quirúrgica durante más de 200 años. Las descripciones iniciales de los mecanismos de las fracturas y su tratamiento se produjeron antes de la llegada de la radiografía. A Colles,¹ que estaba trabajando en Irlanda, se le atribuye con frecuencia en la bibliografía inglesa la primera descripción del patrón de fractura más común que afecta al radio distal. Sin embargo, Poteau, cirujano francés, pudo haber descrito la misma fractura anteriormente. Otros cirujanos, especialmente Smith y Barton, también describieron fracturas del radio distal antes del advenimiento de la radiografía. Poco después de la introducción de la radiografía, Hutchinson describió una fractura que ocurría a menudo entre conductores y que denominó “fractura del conductor”. Hoy es conocida como fractura de la estiloides del radio.²

Alrededor de 1930, los autores empezaron a describir tratamientos, además de moldes de yeso y férulas, para las fracturas del radio distal. Fue aumentando la creencia de que la fractura tratada con yeso o férulas presentaba frecuentemente hundimiento. Anderson y O’Neil³ describieron la utilización de una barra situada externamente y sujeta al hueso mediante agujas proximales y distales a la fractura. Este simple fijador externo ha persistido en diversas formas como un método de neutralizar las fuerzas que de otra manera conducirían al acortamiento del radio distal tras la reducción. Por la misma época, Cole y Oblatz⁴ describieron un método alternativo utilizando agujas y yeso. Estos métodos se prolongaron cerca de 30 años, hasta que la reducción directa y la fijación llegaron a ser comúnmente aceptadas para el tratamiento de las fracturas desplazadas e inestables del radio distal.

En 1965, Ellis⁵ describió la colocación de una placa de sostén volar para fracturas conocidas previamente como fracturas de Barton. Se observó que estas fracturas se desplazaban tras una reducción cerrada,

debido a su localización intraarticular así como por la inestabilidad del lugar de la fractura, que era difícil de controlar utilizando un molde y/o una fijación externa. La placa de soporte resistía las fuerzas deformantes de esta fractura y su superioridad en cuanto a lograr su estabilización llegó a aceptarse rápidamente. Sin embargo, el papel de la fijación interna para fracturas de radio distal más comunes y complejas, incluyendo aquellas originalmente descritas por Colles, fue tan sólo reconocida posteriormente. Los artículos que se escribieron a finales de la década de 1980 y principio de la de 1990, que describieron la utilidad de la fijación abierta con y sin neutralización externa habían empezado a clarificar cómo una combinación de tratamientos puede proporcionar estabilidad y una mejoría de los resultados para algunas de las fracturas más inestables del radio distal.²

Junto al desarrollo de la fijación rígida, la fijación limitada con aguja de las fracturas del radio distal ha tenido muchos defensores. Empezando a finales de la década de 1940 y prolongándose hasta tiempos recientes, el papel de la fijación mediante agujas o clavillos, en comparación a la fijación interna o externa no ha sido claro. En parte esto es el resultado de la utilización, por parte de diversos autores, de esquemas clasificatorios con un bajo grado de confianza inter e intraobservador, de lo cual hablaremos más adelante. Como consecuencia, a menudo se ha dado a entender que la fijación mediante agujas daba buenos resultados como cualquier otro método de fijación. Una visión en continua evolución es que la fijación mediante agujas es efectiva en algunas fracturas que tienen una mínima comunicación con la corteza volar, de forma que ésta puede actuar como un punto de apoyo alrededor del cual las agujas puedan ayudar en evitar la rotación de la fractura y mantener la reducción posterior a la fijación.²

En los últimos diez años⁶ se ha observado una marcada tendencia hacia la fijación interna con placas y tornillos para el manejo de las fracturas de la parte distal del radio.^{7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17} Esto ha sido influenciado, en parte, por el desarrollo de implantes con forma anatómica con fijación angular estable que provee una fijación más predecible del hueso esponjoso osteoporótico.^{7,18,19,20,21} Sin embargo, existe

poca evidencia Nivel I o II para justificar este abordaje.^{13,22,23,24} El registro *Cochrane*, que restringe sus revisiones en estudios controlados con distribución aleatoria, ha enfatizado que la literatura relacionada con el tratamiento de las fracturas del radio distal es inadecuada.^{25,26,27} La mayoría de los estudios son muy pequeños, y carecen de un adecuado poder estadístico; la mayoría tienen defectos metodológicos; y muchas series de casos son debilitados por la falta de estandarización y el uso de instrumentos de medición de resultado funcional no validados.²⁷

Uno de los instrumentos correctamente validados es el cuestionario DASH, discapacidades en brazo, hombro y mano (en inglés *Disabilities of Arm, Shoulder and Hand*)^{28,29} del cual hablaremos a detalle más adelante.

Hasta ahora sabemos que no existe una definición radiográfica o mecánica suficientemente válida o confiable sobre la curación clínica de una fractura. Más aún, no sabemos cómo cualquiera de las medidas antes mencionadas realmente corresponde con resultados que pueden ser considerados de mayor importancia para los pacientes, tales como dolor, función o calidad de vidaⁱ. Muchas de las preguntas subjetivas que los investigadores evalúan en los estudios de reparación de fracturas (p. ej., dolor en el sitio de fractura o capacidad para caminar o soportar peso) crudamente se aproximan a este mismo concepto. La evaluación de la calidad de vida relacionada a la salud se enfatiza cada vez más en la

ⁱ **Calidad de vida:** Concepto que integra el bienestar físico, mental, ambiental y social como es percibido por cada individuo y cada grupo. Dependen también de las características del medio ambiente en que el proceso tiene lugar (urbano, rural). No debe ser confundido con el concepto de estándar o nivel de vida, que se basa primariamente en ingresos. Indicadores de calidad de vida incluyen no solo elementos de riqueza y empleo sino también de ambiente físico y arquitectural, salud física y mental, educación, recreación y pertenencia o cohesión social.

Un indicador común para medir la calidad de vida es el Índice de Desarrollo Humano (IDH), establecido por las Naciones Unidas para medir el grado de desarrollo de los países a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), cuyo cálculo se realiza a partir de las siguientes variables:

- (1)Esperanza de vida. (2)Educación, (en todos los niveles). (3)Producto Interno Bruto *per Capita*.

Los países con el IDH más alto son Islandia, Noruega, Australia, Suecia, Canadá y Japón. De América Latina, Chile y Uruguay, por sus bajos índices de criminalidad y delincuencia organizada.

De: http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_de_vida; «Quality of Life», *Dictionary of Human Geography*, 5th edición, Oxford: Wiley-Blackwell.

investigación de resultados funcionales, y está disponible una colección de instrumentos para los estudios clínicos que estudian la reparación de las fracturas.³⁰

Existen tres clases de instrumentos de medición de calidad de vida relacionados con la salud. Los instrumentos de salud general contemplan un amplio espectro de dominios comprendiendo salud física y mental. Los instrumentos mejor conocidos en esta clase, tales como la *Short Form-36*,³¹ tienden a ser ampliamente validadas y permiten comparaciones entre pacientes con una gran variedad de condiciones médicas; sin embargo, éstos a menudo carecen de sensibilidadⁱⁱ para detectar pequeños cambios funcionales que pueden estar afectados por un procedimiento ortopédico. Los instrumentos específicos a una enfermedad, o específicos a una región corporal, tales como el *Disabilities of the Arm, Shoulder*

ⁱⁱ **Sensibilidad:** Es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo enfermo, es decir, la probabilidad de que para un sujeto enfermo se obtenga en la prueba un resultado positivo. La sensibilidad es, por lo tanto, la capacidad del test para detectar la enfermedad.

Cuando los datos obtenidos a partir de una muestra de pacientes se clasifican en una tabla, es fácil estimar a partir de ella la sensibilidad como la proporción de pacientes enfermos que obtuvieron un resultado positivo en la prueba diagnóstica.

Relación Entre el Resultado de una Prueba Diagnóstica y la Presencia o Ausencia de una Enfermedad.		
Resultado de la Prueba	Verdadero Diagnóstico	
	Enfermo	Sano
Positivo	Verdaderos Positivos (VP)	Falsos Positivos (FP)
Negativo	Falsos Negativos (FN)	Verdaderos Negativos (VN)

Es decir:
$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP + FN}$$

De ahí que también la sensibilidad se conozca como “fracción de verdaderos positivos (FVP)”.

Especificidad: Es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo sano, es decir, la probabilidad de que para un sujeto sano se obtenga un resultado negativo. En otras palabras, se puede definir la especificidad como la capacidad para detectar a los sanos. A partir de una tabla, la especificidad se estimaría como:

$$\text{Especificidad} = \frac{VN}{VN + FP}$$

De ahí que también sea denominada “fracción de verdaderos negativos (FVN)”.

De: http://www.fisterra.com/mbe/investiga/pruebas_diagnosticas/pruebas_diagnosticas.asp; Pita Fernández, S., Pértegas Díaz, S. Cad Aten Primaria 2003; 10: 120-124.

and Hand (DASH),³² tienden a ser más sensibles a cambios en incapacidad, dolor, o función de una extremidad o región corporal cuando son comparados con los instrumentos de salud general y deben, por lo tanto, acompañar a las mediciones generales en la evaluación de resultados en las intervenciones ortopédicas. La tercera clase de instrumentos miden la utilidad en salud; los ejemplos incluyen la *EuroQol-5D (EQ-5D)*³³ y el *Health Utilities Index*.³⁴ El objetivo de estos instrumentos es cuantificar la evaluación del paciente en su estado de salud en una escala de cero a uno. El resultado de este tipo de evaluación es particularmente útil para los análisis de costo-utilidadⁱⁱⁱ y costo-efectividad^{iv}. Cada una de estas mediciones puede dar una información importante a los investigadores y deben ser elegidas en base a sus respectivos atributos, propiedades sicométricas y preguntas de investigación.

El objetivo del sistema de clasificación para huesos largos AO/ASIF (del alemán: *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*, y el inglés *Association for the Study of Internal Fixation*, respectivamente) es otorgar una medida de gravedad de la lesión: mayores grados indican fracturas más graves (Müller 1991). Diferentes asociaciones de ortopedia a nivel mundial han adoptado este esquema como la columna vertebral de los sistemas de clasificación de las fracturas, lo cual ha ayudado ampliamente para la investigación clínica. La consistencia inter e intraobservador es un prerrequisito para el uso efectivo de cualquier sistema de clasificación.

ⁱⁱⁱ **Costo-Utilidad:** Los análisis de costo-utilidad son un tipo especial de análisis de costo-efectividad en los cuales se calculan los costos por unidad de utilidad (unidad que está relacionada con el bienestar de la persona). La unidad de utilidad que se emplea más frecuentemente es la denominada años de vida ajustados por su calidad ("QALY, o AVAC en español"). En el análisis costo-utilidad se efectúa la comparación entre los costos adicionales que conlleva un tratamiento y la utilidad de éste (por ejemplo, el costo por "QALY").

^{iv} **Costo-Efectividad:** El análisis de costo-efectividad es un método de comparación de diferentes tratamientos en el cual sus costos y sus consecuencias son variables. Los resultados obtenidos con los diferentes tratamientos se miden en la misma unidad no monetaria -natural- (como, por ejemplo, en años que se prolonga la vida, en la disminución de la tensión diastólica, etc.)

Costo-Beneficio: En los análisis costo-beneficio, tanto los costos en que se incurre como los beneficios resultantes se expresan en unidades monetarias y se calcula el cociente neto entre ganancia y pérdida neta o costo:beneficio. La expresión "análisis costo-beneficio" se emplea, en algunas ocasiones, como término genérico para indicar cualquier clase de estudios de evaluación económica.

Diversos estudios, como el conducido por Kreder et al.³⁵ mostraron que la categorización realizada con la clasificación AO puede ser aplicada con moderada consistencia, aún entre médicos jóvenes. Para propósitos de investigación, la clasificación se debe realizar con un consenso de médicos experimentados, ya que la consistencia tanto inter como intraobservador varía con la experiencia. Se ha demostrado que el estatus articular, así como el tipo AO representan parámetros medibles consistentes; está establecido que la clasificación AO tiene valor pronóstico para el resultado de los pacientes, además de ayudar al cirujano en su planificación en el tratamiento de las fracturas. Aún así, se requieren más estudios prospectivos para demostrar la validez de estas mediciones para predecir un resultado funcional orientado en el paciente.

En el escenario de fracturas extraarticulares estables del radio distal está comúnmente aceptado el manejo con reducción cerrada e inmovilización con una férula en pinza de azúcar o un aparato circular braquipalmar usando el principio biológico de *ligamentotaxis*;^v sin embargo, se ha visto en muchos casos pérdida de reducción.³⁶ Por el otro lado, el método más efectivo para la fijación de una fractura intraarticular del radio distal no se ha establecido. Dos métodos usados comúnmente son la fijación externa combinada con fijación con clavillos y fijación interna con placas y tornillos.

El tratamiento de las fracturas del radio distal está entrando en una nueva etapa. A medida que los resultados de los estudios se hacen más prevalentes, llegará a ser posible comparar varios métodos de fijación, siempre y cuando el esquema clasificatorio que se emplee sea de un elevado grado de

^v **Ligamentotaxis:** se refiere a una técnica usada en cirugía ortopédica, comúnmente como medida temporal, en el manejo de un hueso fracturado. El término se refiere al concepto de una distracción continua (fuerza longitudinal) con el objetivo de aproximar mucho más los fragmentos fracturarios.

La *ligamentotaxis* es la base para el uso de fijadores externos en fracturas distales inestables de huesos largos. Al aplicar una fuerza de distracción longitudinal, los tejidos blandos rodeando la fractura ayudan a moldear los fragmentos óseos y facilitan la reducción.

confianza. Aunado a la exigencia, cada vez mayor, en la población afectada de conseguir mejores resultados funcionales posteriores al tratamiento.

El papel de la rehabilitación en el tratamiento de estas fracturas está evolucionando. La rehabilitación puede alterar el resultado tras el inicio del tratamiento de la fractura, especialmente en lo que concierne a la inflamación de las articulaciones contiguas, al dolor y a la rigidez residual. Sólo cuando los esfuerzos de rehabilitación puedan ser cuantificados y enseñados de forma más efectiva a los pacientes, el coste futuro del cuidado de la salud quedará reducido. El tema de la prevención de las fracturas ha sido, por regla general, situado fuera del campo de preocupación del cirujano ortopeda. Sin embargo, y dado el número cada vez mayor de pacientes de edad avanzada susceptibles a presentar fracturas del radio distal así como al aumento del coste del tratamiento de cualquiera de estas fracturas, todos los esfuerzos que se lleven a cabo para reducir la incidencia de estas fracturas son ciertamente importantes.

Las lesiones de la muñeca se han reconocido durante mucho tiempo, pero han sido pobremente entendidas hasta el inicio del siglo XX. Con el descubrimiento de los rayos X por Roentgen y el uso de la radiografía, las descripciones de fracturas y luxaciones rápidamente abarcaron todo el carpo y el radio distal. En el mismo año del descubrimiento de Roentgen, Bryce llevó a cabo las investigaciones sobre la cinemática básica.³⁷ Destot clasificó el espectro de las lesiones de la muñeca en su libro *Lesiones de la muñeca* en 1926.³⁸ Aunque los rayos X se habían utilizado hacía 30 años, fue capaz de documentar casi todos los conocimientos y describir las fracturas y fracturas-luxación del carpo. En su introducción comenzaba, *“Mi atención... se dirige a la muñeca, de la que... yo pensaba que conocía todo, pero inmediatamente descubrí que no era así”*. **Sólo con un estudio intenso y comprensión de la anatomía y biomecánica uno puede llegar a conocer y comprender la patología.**

En los más de 80 años que han transcurrido desde que Destot realizara su publicación, ha habido muchos avances en el reconocimiento y comprensión de estas lesiones, así como en la descripción de las lesiones menos frecuentes.³⁹

Las rápidas investigaciones establecieron el escenario para los estudiosos de la muñeca como Linsheid, Dobyns, Taleisnik, Cooney y sus colaboradores. En 1972, Linsheid y sus colaboradores ampliaron las ideas de Landsmeer sobre el equilibrio del carpo e introdujeron los conceptos de inestabilidad segmentaria intercalada volar (VISI) e inestabilidad segmentaria intercalada dorsal (DISI).

El tratamiento de estas lesiones ha sufrido una evolución importante. Dobyns y col.⁴⁰ documentaron un aumento de los diagnósticos de lesiones del carpo durante 35 años de estudio. Describieron los objetivos del tratamiento:

1. Reducción de la fractura-luxación a una posición consistente con una función normal.
2. Minimizar los períodos de sujeción y utilizar la posición más ventajosa o de mayor protección si es posible.
3. Seleccionar los métodos de tratamiento basándose en la valoración clínica y radiológica de la estabilidad de la parte lesionada.

Estos objetivos son los mismos en la actualidad. Los recientes avances en implantes los han hecho de alguna forma más alcanzables, mientras que las investigaciones han ayudado al clínico a conocer mejor las patologías específicas que afectan a la lesión. Aunque los principios de la reconstrucción quirúrgica no han cambiado, los implantes y las técnicas han sufrido importantes y recientes mejoras. La llegada del tornillo interóseo sin cabeza con diferentes niveles como lo describió por primera vez Herbert, ha proporcionado a la fijación de estos pequeños huesos un aumento de fuerza, facilidad y reproducibilidad.³⁹ Otros mecanismos con diseños similares han permitido la fijación canulada y, además, unos procedimientos menos invasivos. La reparación de los ligamentos ha empezado a ser más

reproducibles con la llegada de mini-suturas de tipo anclaje. La artroscopia de las articulaciones pequeñas ha empezado a estar disponible y utilizada por los cirujanos expertos en lesiones de muñeca.⁴¹ A la vez que la familiaridad y experiencia con la artroscopia de la muñeca aumenta, así lo hace también su utilización en situaciones clínicas más complejas.

1.2 Anatomía de la muñeca sana.⁴²

La muñeca es la unión anatómica que comunica la mano con el antebrazo. Ocho huesos del carpo y el extremo distal del radio y la ulna forman una articulación compleja que permite tres grados de libertad.^{vi}

La mano, en relación al antebrazo, puede flexionar y extender, pronar y supinar, y también puede desviarse radial y ulnarmente. Para tener tanta movilidad al mismo tiempo que mantener una estabilidad relativa, la muñeca tiene una configuración compleja de ligamentos que unen a los huesos entre sí. Un malfuncionamiento de la muñeca ocurre cuando ha cambiado la alineación estructural de los huesos (por ejemplo, una consolidación viciosa o deformidad angular en el radio distal) o cuando los elementos estabilizadores articulares han sido interrumpidos (por ejemplo, una luxación perilunar).

La superficie articular del radio distal es bicóncava y está cubierta con cartílago hialino y tiene dos facetas divididas por un pequeño reborde anteroposterior. La faceta lateral escafoidea es triangular, mientras que la faceta medial lunar es cuadrilateral (**figura 1**). La superficie articular tiene una inclinación palmar promedio de 11° y una inclinación de radial a ulnar de 20° en promedio. El radio forma una articulación cóncava con una cabeza ulnar semicircular convexa. **Con supinación y pronación el radio rota alrededor de una ulna estacionaria.**

^{vi} **Grados de libertad:** Considerado como un punto en movimiento, un tren puede moverse solo hacia delante o hacia atrás sobre una ruta unidimensional (las vías del ferrocarril) que permanecen sobre un espacio bidimensional que es la superficie de la tierra, la cual se encuentra en el espacio tridimensional del universo. Una sola coordenada, distancia de algún origen, es suficiente para localizar el tren en cualquier momento dado, es decir, que el tren tiene un solo grado de libertad.

Un automóvil se mueve sobre una superficie bidimensional, la cual es una porción de un espacio tridimensional. En un momento dado la posición del auto se determina por dos coordenadas, por lo tanto, el movimiento del automóvil tiene dos grados de libertad.

En el mismo sentido un avión, tiene tres grados de libertad en el universo del espacio y puede ser localizado con tres coordenadas, que pueden ser longitud, latitud y altitud. O puede ser altitud, distancia horizontal desde algún origen y un ángulo. O puede ser por la distancia directa desde algún origen y dos ángulos.

De: Roberto Behar y Pere Grima, *¿Qué son los llamados "grados de libertad"?*; Walter M. Helen (1940). "Degree Freedom". *Journal of Educational Psychology*. 31(14), 253- 269.

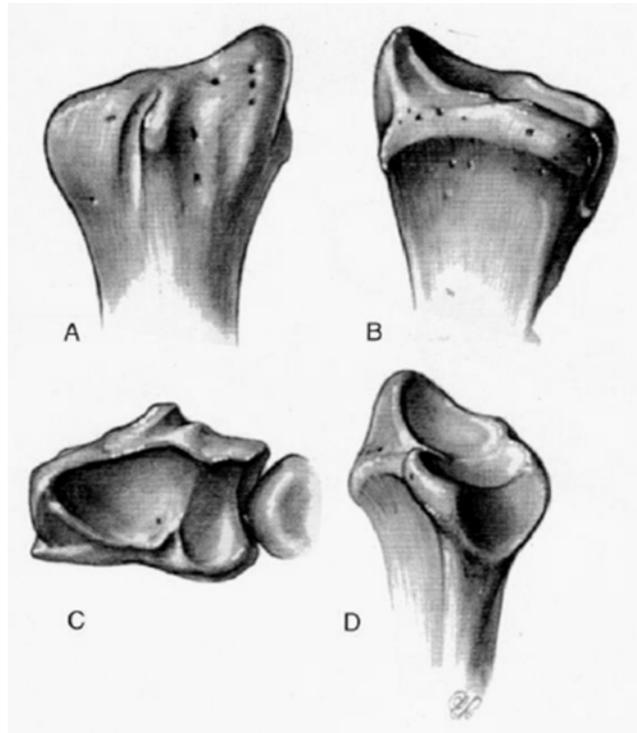


Figura 1. Dibujos del radio distal. A, Vista dorsal en que se aprecia el tubérculo de Lister. B, Vista palmar donde podemos diferenciar la fosita escafoidea y semilunar distalmente así como la fosita sigmoidea en el lado ulnar. Se aprecian los forámenes vasculares en la cara dorsal y volar del radio distal. C, En la vista axial inferior del radio distal y de la ARUD se aprecia la fosita escafoidea, la fosa lunar y la cabeza de la ulna articulada con el radio a través de la fosita sigmoidea. D, Vista de la fosita sigmoidea desde el lado ulnar. (Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. Fernandez D.L. y Wolfe S.W. Pp 645-710. En: Green D.P., Pederson W.C., Hotchkiss R. N., Wolfe S.W. Green's Cirugía de la mano.5a ed. Vol 1. Marbán. Madrid 2007.)

La ulna distal, sin embargo, no se articula con el carpo. Existe una almohadilla llamada **complejo del fibrocartílago triangular (TFCC por sus siglas en inglés *triangular fibrocartilage complex*)** que se origina en la fosa lunar que cubre la ulna distal y se inserta distalmente en el triquetrum,^{vii} hamatum y la base del quinto metacarpiano. El TFCC actúa como un arnés del aspecto ulnar del carpo mientras también provee estabilización de la articulación radioulnar distal [ARUD] (**figura 2**). Palmer et al. han mostrado que en una posición neutral, el 60% de la fuerza axial total que pasa por la muñeca es transmitida a

^{vii} El carpo es el conjunto de los 8 huesos carpianos; se sitúa entre los huesos radio y cúbito, y los metacarpianos. Serán nombrados según la *Nomina Anatomica* (en negritas, el nombre correcto): Huesos del carpo (*ossa carpi* o *carpalia*): **Os Scaphoideum**, [*Os naviculare*], hueso escafoides. **Os Lunatum**, hueso semilunar. **Os Triquetrum**, hueso piramidal. **Os Pisiforme**, hueso pisiforme. **Os Trapezium**, [*Os multangulum majus*], hueso trapecio o multiangular mayor. **Os Trapezoideum**, [*Os multangulum minus*], hueso trapecoide o multiangular menor. **Os Capitatium**, hueso grande o capitado. **Os Hamatum**, hueso ganchoso. De los huesos del antebrazo el *Radius*, sera llamado **Radio**, y el Cúbito, por su nombre latín **Ulna**. Los músculos se nombrarán también conforme la *Nomina Anatomica*.

través del radio. La remoción del TFCC resulta en una redistribución de la carga axial con el 95% transmitido a través del radio y sólo 5% a través de la ulna. Palmer también encontró que la inestabilidad de la ARUD sólo ocurre después de seccionar la inserción del TFCC al radio. Seccionar el pronador cuadrado y la cápsula articular radioulnar distal no desarrolla inestabilidad.

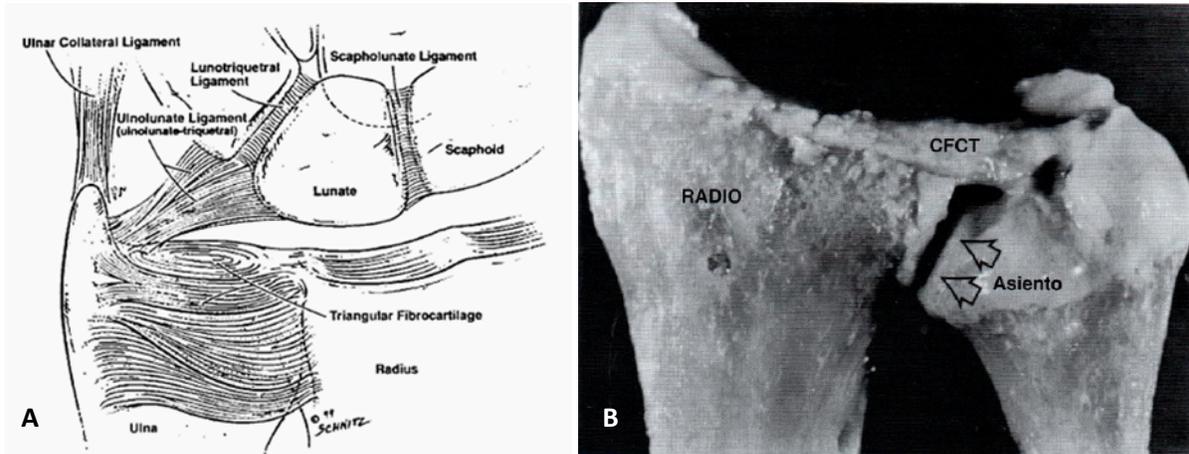


Figura 2. Radio distal y el TFCC vistos como un soporte en el aspecto ulnar del carpo. A. Esquema, B. Imagen anatómica.
(A: Steinberg BD, Plancher KD. Clinical Anatomy of the Wrist and Elbow in The Athletic Elbow and Wrist: Diagnosis and Conservative Treatment. Clinics in Sports Medicine. 1995;14:299-313 / B: Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. Fernandez D.L. y Wolfe S.W. Pp 645-710. En: Green D.P., Pederson W.C., Hotchkiss R. N., Wolfe S.W. Green's Cirugía de la mano. 5a ed. Vol 1. Marbán. Madrid 2007.).

El aspecto ulnar de la muñeca está estabilizada por una combinación de tres estructuras: el menisco homólogo del complejo del fibrocartilago triangular, el ligamento colateral ulnar y el retináculo infratendinoso del sexto compartimento dorsal.

- **Cinemática Ósea Carpal**

La unión ósea entre el antebrazo (radio-fibrocartilago triangular) y los huesos de la mano (metacarpianos) ocurre a través de los ocho huesos de la mano (**figura 3**). La articulación de la fila distal del carpo (trapezio, trapezoide, capitatum y hamatum) al metacarpo es extremadamente estable y la movilidad de la muñeca, en su mayor parte, ocurre en la fila proximal del carpo (escafoides, lunatum y triquetrum). Después de un análisis cinemático de la muñeca, Ruby et al,⁴³ concluyeron que la fila proximal funciona como un segmento geométrico intercalado variable entre la fila distal y el radio-

fibrocartílago triangular. La geometría variable está ejemplificada por los movimientos de la muñeca en desviaciones radial y ulnar. En desviación radial la fila proximal del carpo flexiona hacia palmar, con el escafoides y el semilunar flexionando palmar mientras que el triquetrum se mueve distal en relación al hamatum⁴⁴ (**figura 4**). Estos movimientos de los huesos carpales requieren una interacción específica entre la arquitectura ósea y sus estabilizadores ligamentarios de tejidos blandos.

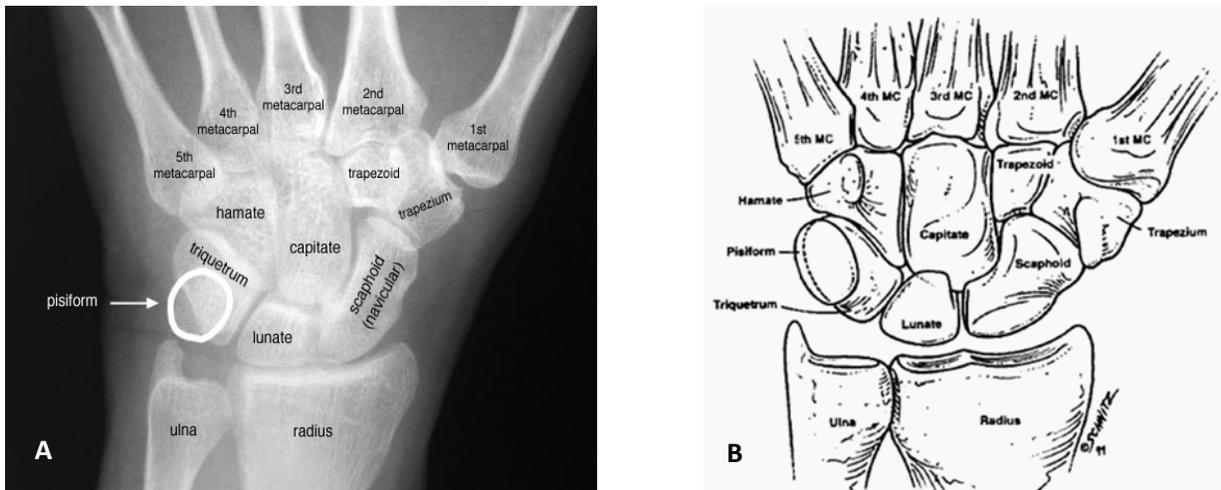


Figura 3. Osteología de muñeca y carpo. A. Vista radiológica posteroanterior. B. Esquema anteroposterior.

(Steinberg BD, Plancher KD. Clinical Anatomy of the Wrist and Elbow in The Athletic Elbow and Wrist: Diagnosis and Conservative Treatment. Clinics in Sports Medicine. 1995;14:299-313).

El escafoides, por ejemplo, es el puente entre la articulación lunocapitatum, uniendo las filas proximal y distal del carpo. La mayoría de la superficie del escafoides está cubierta por cartílago hialino para articularse con el radio, trapecio, trapezoide, lunatum y capitatum. La forma del escafoides es más cercana a una nuez de la india que a un barco, del que se deriva su nombre (del gr. *scaphos*: canoa, bote). El lunatum junto con el escafoides forma una articulación cóncava en semiluna con la cabeza convexa del capitatum.

En el lado medial de la fila proximal, el triquetrum se articula con el hamatum con una faceta en forma helicoidal. Conforme la fila proximal del carpo se extiende, con desviación ulnar, “el triquetrum gira distalmente en el hamatum como si descendiera en una escalera en espiral”.

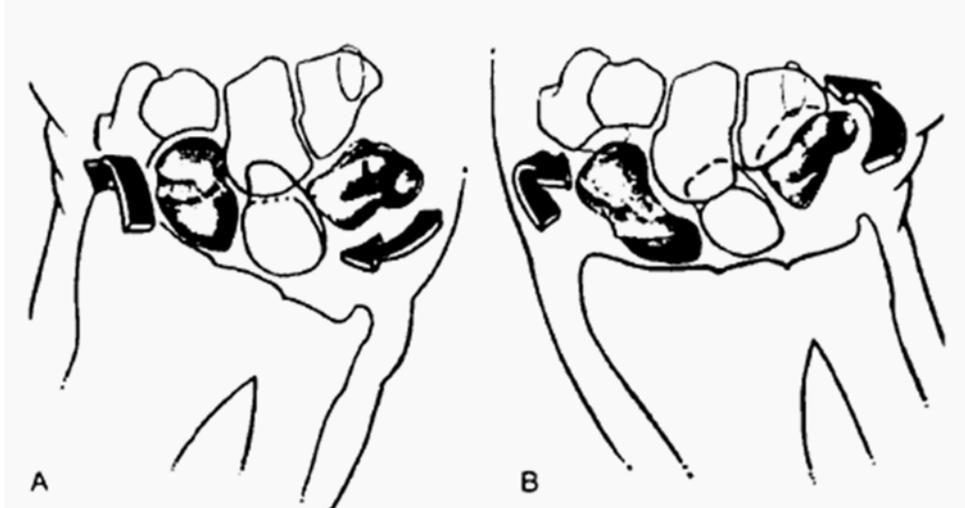


Figura 4. En desviación radial, A, la fila proximal se flexiona palmar. El escafoides se ve acortado, en semilunar en forma de triángulo, y el triquetrum proximal en relación con el hamatum. En desviación ulnar, B, la fila proximal está en dorsiflexión. El escafoides se ve elongado, la forma del semilunar es trapezoidea, y el triquetrum es distal en relación al hamatum.

(De Taleisnick J: The bones of the wrist. *In* The Wrist. New York. Churchill Livingstone, 1985, p 8).

El capitatum es el hueso más grande del carpo y ocupa el centro del carpo. Se articula distalmente con el segundo, tercer y cuarto metacarpianos, el trapezoide lateralmente, el hamatum medialmente, y escafolunar proximalmente. Youm et al.⁴⁵ encontraron que **el centro de rotación de la muñeca tanto en flexión y extensión, y desviaciones radial y ulnar se encuentra dentro de la cabeza del capitatum.** Otro interesante hallazgo es que **la altura carpal o distancia del tercer metacarpiano al radio es siempre una medida constante en una muñeca normal sin importar la posición de la muñeca** en desviaciones radial o ulnar. La razón promedio de la distancia de la altura radial al tercer metacarpiano fue de 0.54 con una desviación estándar de ± 0.03 .

- **Ligamentos de la muñeca**

Además de la arquitectura ósea, la estabilidad carpal está mantenida por la configuración compleja de los ligamentos que unen los huesos tanto dorsal como palmar. **Los ligamentos palmares de la muñeca son los más fuertes, y están divididos en dos grupos, los ligamentos intrínsecos que se originan e**

insertan en los huesos carpales y los ligamentos extrínsecos que cruzan entre los huesos carpales y el radio o los metacarpianos (figura 5).

El ligamento interóseo escafolunar es uno de los ligamentos intrínsecos clave de la muñeca y ha sido estudiado extensivamente. El ligamento interóseo escafolunar (LIE) se encuentra entre los ligamentos de la muñeca más frecuentemente lesionados y se asocia con un número importante de trastornos clínicos (por ejemplo, diástasis del LIE e inestabilidad carpal). Logan et al.^{46,47} (**figura 6**) han encontrado que la fuerza máxima del LIE palmar fue aproximadamente el doble que la del LIE dorsal. Este hallazgo anatómico puede explicar por qué los gangliones que surgen de la articulación escafolunar ocurren dorsalmente y raramente palmarmente. Los ligamentos dorsales extrínsecos son delgados, menores en número, y son funcional y estructuralmente reforzados por el piso y los septos de los túneles fibrosos por los que pasan los tendones extensores. Los ligamentos extrínsecos palmares forman dos complejos ligamentarios en forma de V invertida. El capitatum es el ápex distalmente, y el lunatum es el ápex proximalmente. El espacio entre estos dos complejos forma un área inherentemente débil rellena con una almohadilla sinovial cubriendo la articulación capitolar, llamado Espacio de Poirier.⁴⁸

Los ligamentos palmares extrínsecos que se originan del radio ayudan a controlar la cinemática de la muñeca y particularmente del escafoides. El ligamento radioescafo-capitato actúa como un arnés en la cintura del escafoides. Taleisnick⁴⁴ ha apuntado que el escafoides rota en este ligamento como un gimnasta se balancea en la barra horizontal mientras ejecuta una vuelta por la cadera. El ligamento palmar extrínseco más robusto, el radiolunar, es particularmente importante en la rotación escafoidea y se tensa en los extremos de la movilidad de muñeca.

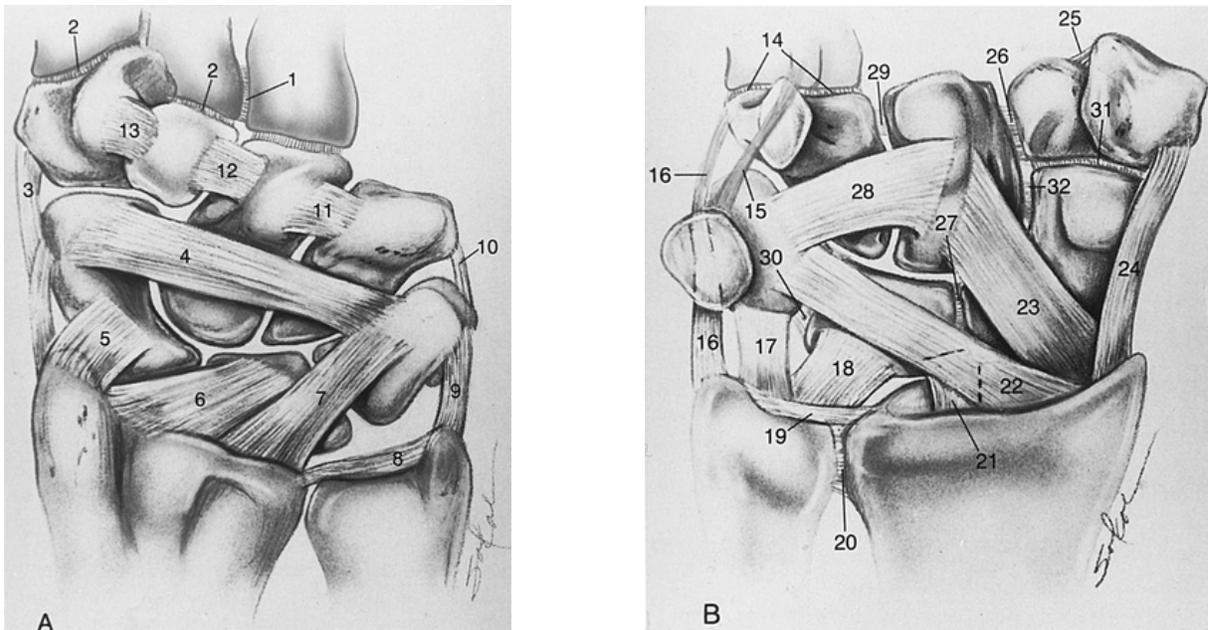


Figura 5. Ligamentos palmares intrínsecos y extrínsecos de la muñeca.

A. Muestra esquemática que muestra la vista dorsal de la articulación de la muñeca. 1 = ligamento intermetacarpal dorsal, 2 = ligamento carpometacarpal dorsal, 3 = ligamento colateral radial, 4 = ligamento intercarpal dorsal, 5 = pars radioescafoidea del ligamento radiocarpal dorsal, 6 = pars radiolunar del ligamento radiocarpal dorsal, 7 = pars radiotriquetral del ligamento radiocarpal dorsal, 8 = fibrocartílago triangular, 9 = ligamento colateral ulnar, 10 = ligamento colateral ulnar, 11 = ligamento capitolunato, 12 = ligamento trapezoidocapitato, 13 = ligamento trapezotrapezoidal.

B. Muestra esquemática que muestra la vista palmar (volar) de la articulación de la muñeca. 14 = ligamento carpometacarpal volar, 15 = ligamento pisohamate, 16 = ligamento colateral ulnar, 17 = ligamento ulnotriquetral, 18 = ligamento ulnolunato, 19 = fibrocartílago triangular, 20 = cápsula de la articulación radioulnar distal, 21 = ligamento radioescafolunar volar, 22 = ligamento radiolunatotriquetral volar, 23 = ligamento radiocapitato (radioescafo-capitato) volar, 24 = ligamento radial colateral, 25 = ligamento trapezotrapezoidal, 26 = ligamento trapezoidocapitato (capsular intercarpal e interóseo), 27 = **ligamento interóseo escafolunar (LIE)**, 28 = ligamento capitotriquetral volar, 29 = ligamento capitolunato, 30 = ligamento interóseo lunotriquetral, 31 = ligamento capsular intercarpal escafo-trapezotrapezoidal, 32 = ligamento capsular intercarpal escafo-capitato. El espacio de Poirier se observa perfectamente bien en la articulación capitolunato.

(Goldfarb CA, Yin Y, Gilula LA, Fisher AJ, Boyer MI. Wrist Fractures: What the Clinician Wants to Know. Radiology 2001; 219:11–28.)

En el aspecto ulnar de la muñeca, el triquetrum es el punto de convergencia del menisco homólogo ulnocarpal, el ligamento radiolunotriquetral palmar, el ligamento capitotriquetral y el ligamento dorsal intercarpal. Estos ligamentos actúan juntos para controlar la movilidad del triquetrum conforme se mueve en una articulación helicoidal con el hamatum, proximalmente en desviación radial y distalmente en desviación ulnar.

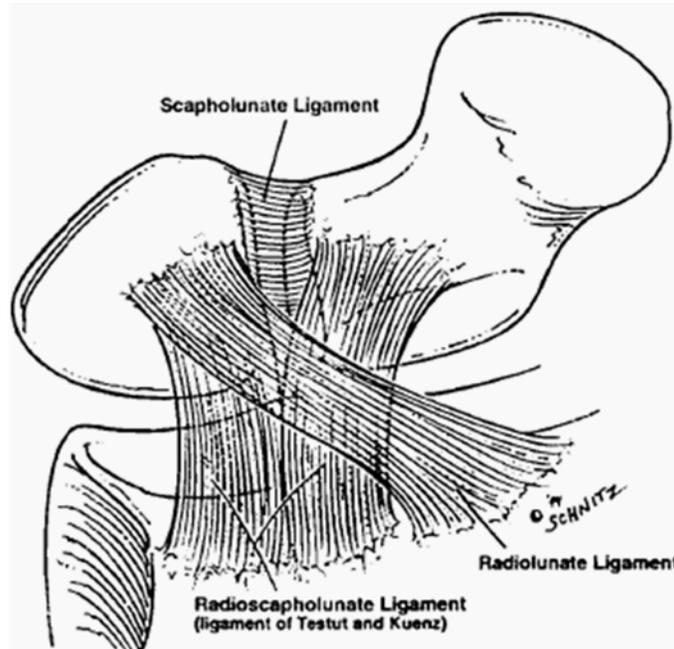


Figura 6. La anatomía del ligamento interóseo escafolunar.

(Steinberg BD, Plancher KD. Clinical Anatomy of the Wrist and Elbow in The Athletic Elbow and Wrist: Diagnosis and Conservative Treatment. Clinics in Sports Medicine. 1995;14:299-313).

- **Anatomía Subcutánea**

En cualquier abordaje quirúrgico a la muñeca abierto o artroscópico, el cirujano debe estar consciente de la localización anatómica de las estructuras neurovasculares. La rama superficial del nervio radial (RSNR), el nervio cutáneo antebraquial lateral (NCABL), la rama sensitiva dorsal del nervio ulnar (RSDNU) y la rama cutánea palmar del nervio mediano (RCPNM) están particularmente en riesgo de lesión durante los procedimientos quirúrgicos de la muñeca.

En el aspecto radial del antebrazo la RSNR entra al tejido subcutáneo en promedio 9.0cm proximal a la estiloides radial entre el braquiorradial y el *extensor carpi radialis longus*. El RSNR se bifurca en una distancia promedio de 4.2cm proximal al tubérculo de Lister. La rama dorsal cruza distalmente y se bifurca nuevamente en promedio 0.4cm proximal al tubérculo de Lister. MacKinnon et al.⁴⁹ hallaron que el NCABL se encima al RSNR completamente en 38% de sus especímenes.

Steinberg et al.⁵⁰ (**figura 7**) definen una zona trapezoidea segura profunda al NCABL, donde la distancia promedio de la estiloides radial a la arteria radial es de 7.5mm y la superficie cuadrada promedio de la zona segura es de 0.68cm².

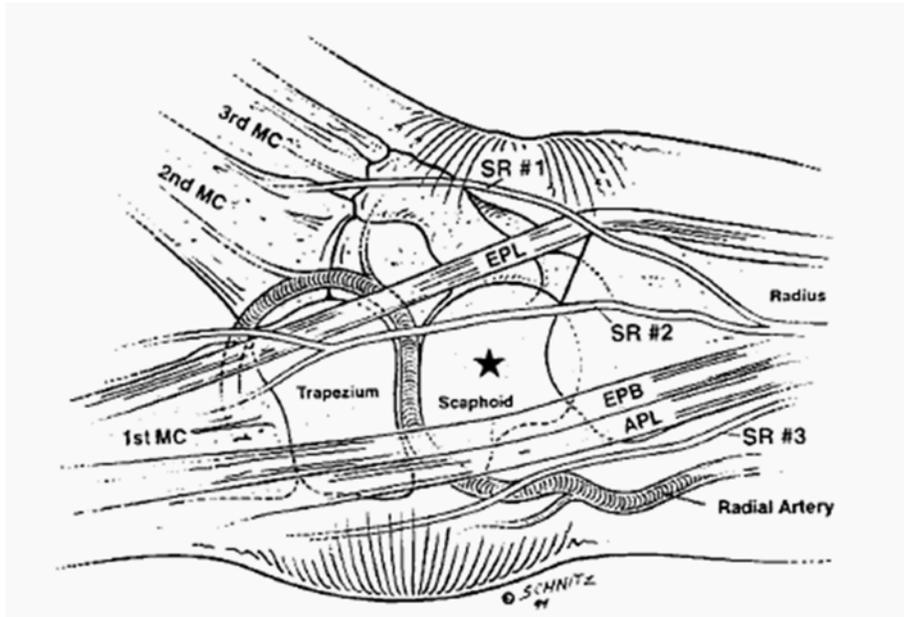


Figura 7. Demostración de la zona segura para enclavamiento percutáneo del lado radial de la muñeca.
(Steinberg BD, Plancher KD. Clinical Anatomy of the Wrist and Elbow in The Athletic Elbow and Wrist: Diagnosis and Conservative Treatment. Clinics in Sports Medicine. 1995;14:299-313).

La RSDNU emerge 5 a 8cm proximal a la estiloides ulnar. El nervio sale cubierto por debajo del *flexor carpi ulnaris* en donde se dirige dorsalmente en un curso alrededor de la ulna, perforando la fascia profunda e inervando el aspecto dorsal ulnar de la mano. Lourie et al.⁵¹ hallaron una rama radioulnar transversa que surge del RSDNU. El nervio mostró dos patrones: tipo I surge 1.3cm proximal a la estiloides ulnar y tipo II 0.5cm distal a la estiloides (**figura 8**).

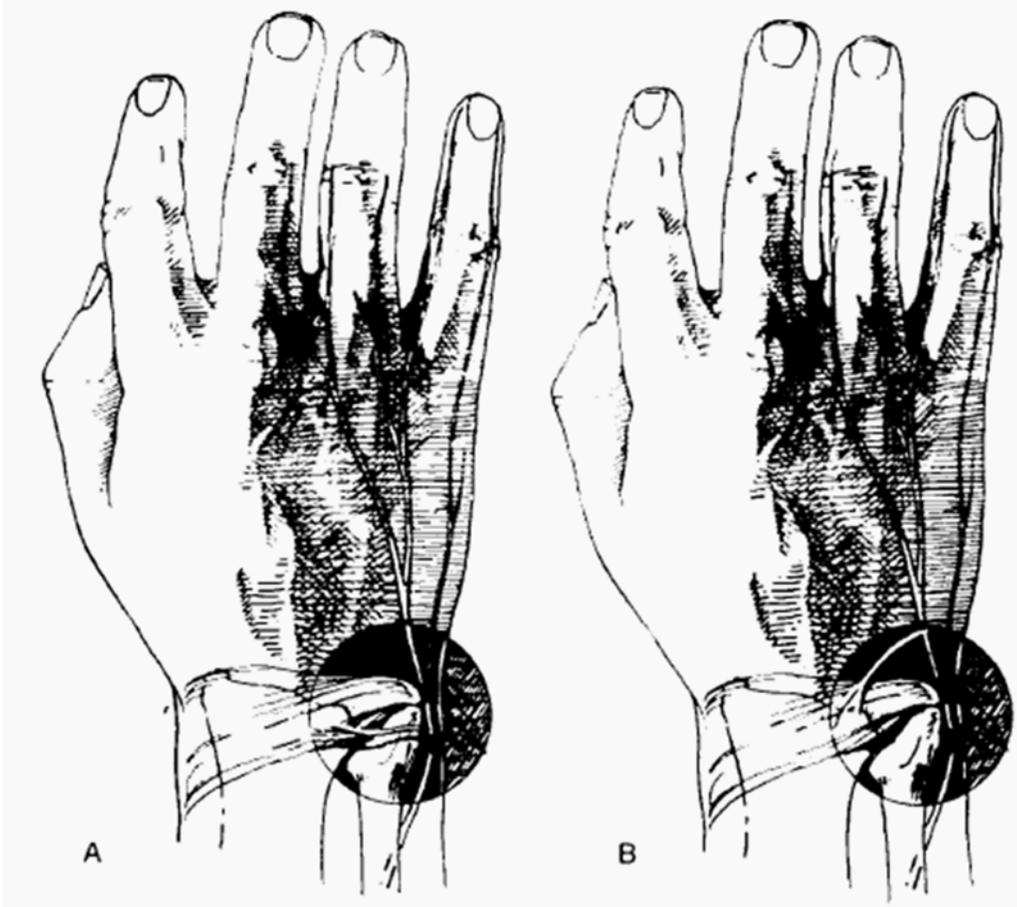


Figura 8. La rama sensitiva radioulnar transversa. A. Presentación Tipo 1; B. Presentación recurrente Tipo 2.
(Steinberg BD, Plancher KD. Clinical Anatomy of the Wrist and Elbow in The Athletic Elbow and Wrist: Diagnosis and Conservative Treatment. Clinics in Sports Medicine. 1995;14:299-313).

La RCPNM surge aproximadamente 5cm proximal al pliegue palmar y después se une a sí mismo por debajo de la fascia antebraquial inmediatamente por debajo del margen ulnar del tendón del *flexor carpi radialis*. Entonces el nervio entra a la palma en un túnel entre las capas superficial y profunda del ligamento carpal transverso dividiéndose en ramas que inervan la base de la eminencia tenar y la piel inmediatamente radial al eje del cuarto rayo en la palma.

Es necesario conocer y entender recientes investigaciones aunado a tener un conocimiento básico de la intrincada anatomía de la muñeca, lo que permitirá un paso seguro durante la cirugía de muñeca.

- **Anatomía Quirúrgica y Aplicada²**

El radio distal se articula con la cabeza ulnar así como con el carpo. El radio distal sirve como punto de contacto directo del cartílago y origen ligamentario. La longitud y forma del radio distal afectan su capacidad de guiar la rotación del antebrazo así como de proveer una base a la flexión y extensión del carpo, la desviación radial y ulnar y una leve rotación. **Los trastornos de la superficie articular son conocidos por aumentar la probabilidad de desgaste del cartílago articular.** Igualmente importantes son los trastornos de la anatomía que se producen como consecuencia de un cambio en la rotación y/o longitud del radio distal en relación a la ulna.

Como se mencionó con anterioridad, el radio distal rota sobre la cabeza ulnar. Este movimiento está guiado por estructuras ligamentosas proximales que se extienden desde la parte distal del radio hasta la apófisis estiloides ulnar y la cabeza ulnar proximal. Las lesiones que afectan al radio distal pueden afectar al soporte ligamentoso de la estiloides ulnar, al TFCC, así como también a la anatomía de la fosa sigmoidea, que se articula con la cabeza ulnar. Por lo tanto, y de forma completamente independiente a cualquier lesión directa de la cabeza ulnar, las lesiones del radio distal pueden alterar la rotación del antebrazo.

- **Compartimentos dorsales de la muñeca y túnel carpiano**

La localización de los tendones, nervios, vasos, pliegues cutáneos, huesos y articulaciones es una importante consideración que se debe tener en cuenta en la planificación de tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos de las fracturas distales del radio, recordando siempre que cambios sutiles pueden dar lugar a resultados fisiológicos negativos (**figura 9**).

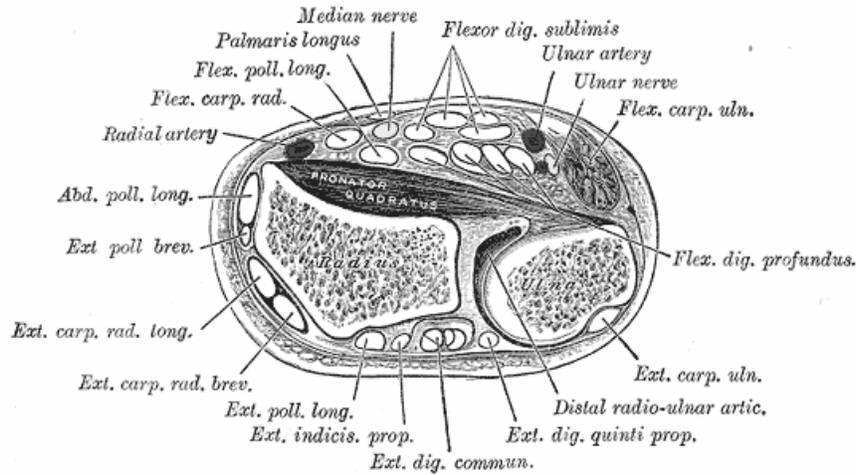


Figura 9. Corte transversal del antebrazo a nivel de su extremo distal, en donde se observan radio, ulna, la articulación radioulnar distal, el pronador cuadrado como piso de la región volar, así como estructuras vasculares y tendinosas que atraviesan la muñeca. (De Gray's Anatomy Of The Human Body. Philadelphia: Lea & Febiger, 1918. New York: Bartleby.com, 2000).

- **Anatomía quirúrgica aplicada del abordaje dorsal a la muñeca**⁵²

Doce tendones cruzan la región dorsal de la muñeca y pasan por debajo del retináculo extensor, engrosamiento de la fascia antebraquial. El retináculo impide que los tendones formen una cuerda de arco. Existen unos tabiques fibrosos que pasan de la superficie profunda del retináculo a los huesos, dividiendo el túnel extensor en seis compartimentos. Estos tabiques deben separarse del retináculo de manera que pueda exponerse cada compartimento durante la cirugía.

Dos referencias óseas se localizan en la región dorsal de la muñeca. La *apófisis estiloides* es el extremo distal de la porción lateral del radio. A su vez constituye el lugar de inserción del tendón del músculo braquiorradial. Su porción más interna se articula con el escafoides. Una desviación radial súbita y brusca puede provocar que la apófisis estiloides se impacte en el escafoides y lo fracture (**figura 13-B**).

El *tubérculo de Lister* (tubérculo dorsorradial) es una pequeña prominencia ósea en el dorso del radio. El tendón del extensor pollicis longus se angula en su extremo distal, cambiando de dirección unos 45° al desviarse. Cuando la muñeca se encuentra en hiperextensión, la base del tercer metacarpiano se

aproxima mucho al tubérculo de Lister y entre ambos huesos pueden aplastar al tendón extensor pollicis longus, que queda atrapado (**figura 13-A**) Esta es probablemente la causa de las roturas tardías de este tendón en fracturas mínimas o no desplazadas de la extremidad distal del radio; aunque permanece intacto, el tendón sufre una agresión vascular en el momento del traumatismo inicial.

Las incisiones longitudinales que cruzan perpendicularmente los surcos cutáneos pueden dar lugar a cicatrices anchas. No obstante, al ser la piel de la muñeca tan laxa, es una de las raras ocasiones en la que una incisión puede cruzar perpendicularmente un surco cutáneo principal sin provocar una retracción articular.

El retináculo extensor es una banda fibrosa estrecha (2cm) que se extiende oblicuamente sobre la región dorsal de la muñeca. Su lado radial se inserta en el margen anterolateral del radio; su borde ulnar se inserta en los huesos triquetrum y pisiforme.^{viii} Existen unos tabiques fibrosos que pasan desde la superficie profunda del retináculo extensor hasta los huesos del carpo, dividiendo el túnel extensor en seis compartimentos (**figuras 10, 11 y 12**). Desde radial (lateral) a ulnar (medial), los compartimentos contienen las siguientes estructuras:

1. *Abductor pollicis longus* y *extensor pollicis brevis*. Estos tendones discurren por la región lateral del radio. Pueden quedar atrapados o inflamarse a su paso por debajo del retináculo extensor en el interior de su canal fibroso, dando lugar a la enfermedad de *De Quervain* (tenosinovitis estenosante).
2. *Extensor carpi radialis longus* y *extensor carpi radialis brevis*. Estos músculos discurren por el lado radial del tubérculo de Lister antes de alcanzar el dorso de la mano. El tendón del extensor carpi radialis longus se utiliza con frecuencia en transferencias tendinosas. Los tendones discurren por vainas sinoviales independientes.

^{viii} Si se insertara en los dos huesos del antebrazo, sería imposible la pronación y la supinación, ya que su tejido fibroso es incapaz de estirarse el 30% necesario.

3. *Extensor pollicis longus*. Este tendón pasa al dorso de la muñeca por el lado ulnar del tubérculo de Lister. Puede romperse en fracturas o en pacientes con artritis reumatoide. Al pasar oblicuamente sobre la región dorsal de la muñeca, crea importantes problemas para la fijación con placas de fracturas del radio distal. La abrasión que sufre el tendón sobre la superficie de la placa puede dar lugar a irritación tendinosa e incluso a su rotura. Un problema similar aunque en menor medida se produce con el resto de los tendones extensores.
4. *Extensor digitorum communis* y *extensor indicis*. El tendón del índice se utiliza frecuentemente en transferencias tendinosas.
5. *Extensor digiti minimi*. Este tendón discurre por encima de la ARUD.
6. *Extensor carpi ulnaris*. Este tendón pasa cerca de la base de la apófisis estiloides ulnar. Se utiliza en ocasiones en transferencias tendinosas.

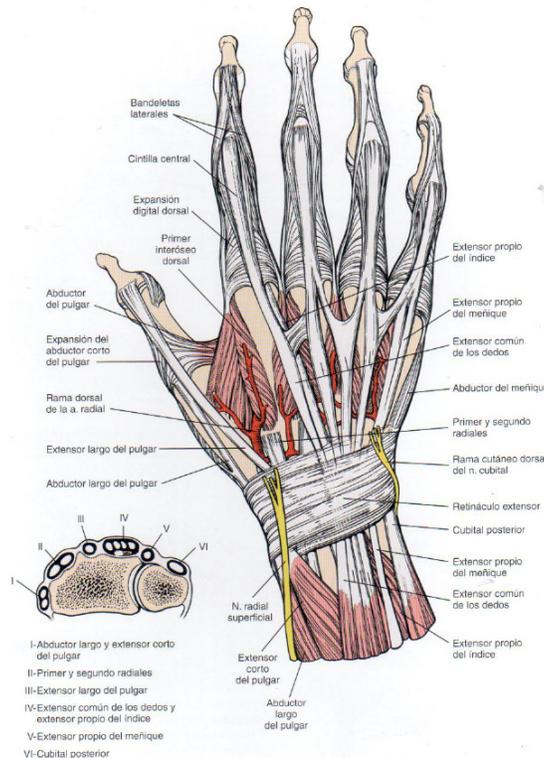


Figura 10. Anatomía de la región dorsal de la muñeca, se ha retirado la piel y el tejido subcutáneo. Izquierda abajo, se ilustra la localización anatómica de los túneles dorsales. (Hoppenfeld, S. & deBoer, P. Abordajes en Cirugía Ortopédica. Madrid 2005).

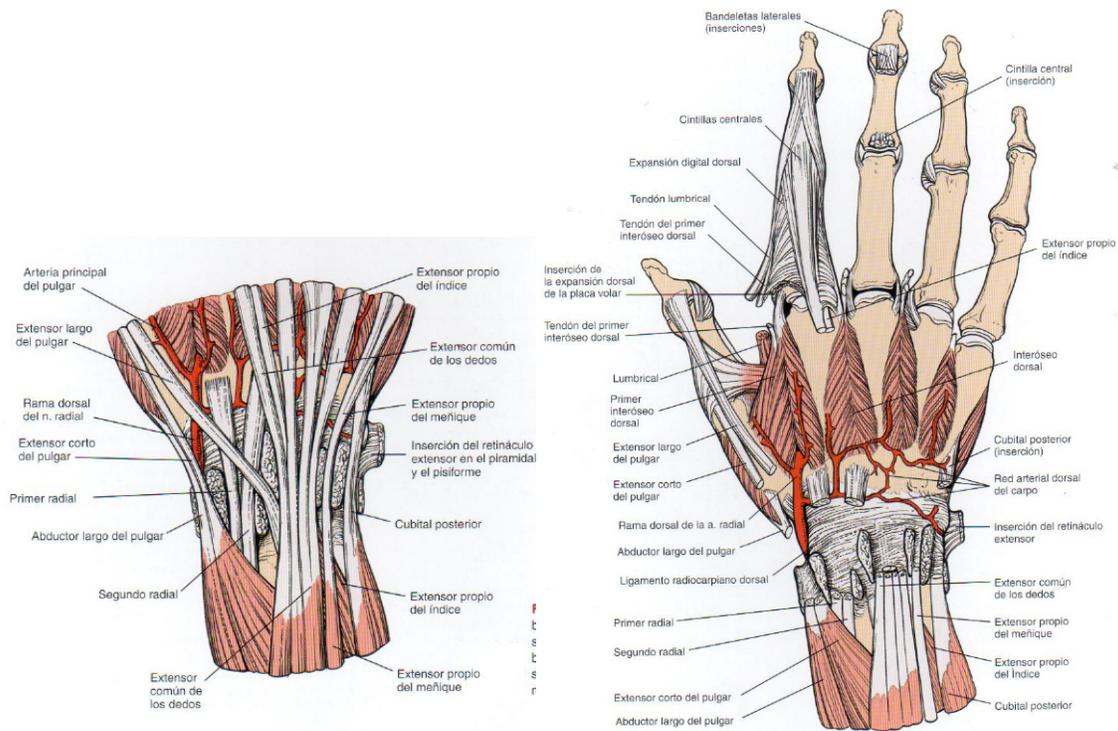


Figura 11. Anatomía de la región dorsal de la muñeca. Izquierda, se ha retirado el retináculo extensor para exponer los tendones extensores. Derecha, se han seccionado los tendones extensores, observándose el ligamento radiocarpiano dorsal. (Hoppenfeld, S. & deBoer, P. Abordajes en Cirugía Ortopédica. Madrid 2005).

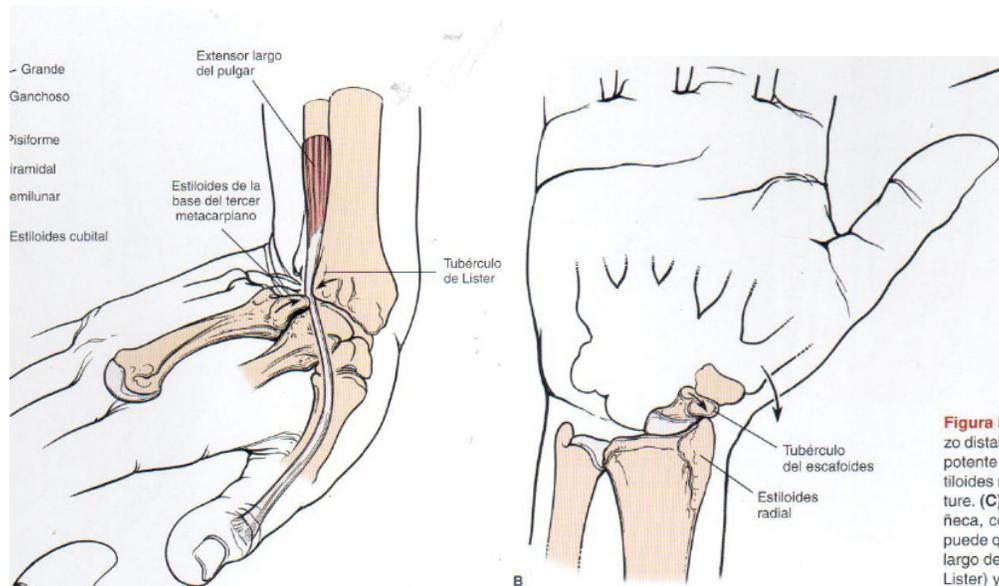


Figura 12. A. Mecanismo por el que se puede lesionar el tendón del extensor pollicis longus en la extensión forzada de muñeca. B. Mecanismo por el que se puede lesionar el hueso escafoides al presentar desviación radial forzada. (Hoppenfeld, S. & deBoer, P. Abordajes en Cirugía Ortopédica. Madrid 2005).

- **Anatomía quirúrgica aplicada de la región volar de la muñeca**⁵³

El túnel carpiano es un canal osteofibroso situado sobre la superficie profundamente cóncava de la cara volar de los huesos carpianos y su techo por el retináculo flexor. El nervio ulnar discurre sobre la superficie del retináculo flexor; se encuentra encasillado en su propio canal osteofibroso, el canal de Guyon.

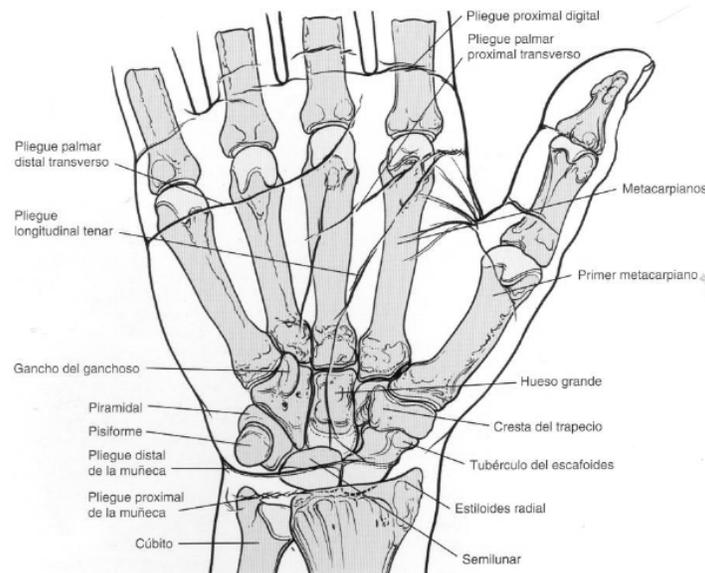


Figura 13. Relación que guardan los huesos del carpo y de la mano con los pliegues cutáneos.
(Hoppenfeld, S. & deBoer, P. Abordajes en Cirugía Ortopédica. Madrid 2005).

Las cuatro inserciones del retináculo flexor son palpables:

1. *Pisiforme*. Localizado en el borde ulnar de la muñeca. El pisiforme es un hueso sesamoideo móvil situado en el espesor del tendón del flexor carpi ulnaris. Algunos artesanos utilizan a veces este hueso para clavar puntillas en madera blanda o piel, se han descrito fracturas de estrés en zapateros que utilizan el pisiforme con este propósito.
2. *Gancho del hamatum*. Ligeramente distal y radial al pisiforme. Para localizarlo, se apoya la articulación interfalángica del pulgar opuesto sobre el pisiforme orientando la punta hacia el espacio interdigital entre los dedos pulgar e índice, colocando la punta del pulgar sobre la palma

de la mano. El gancho del hamatum se encuentra justo debajo del pulpejo. Al estar enterrado bajo capas de tejido blando, hay que presionar con firmeza para encontrar sus contornos poco definidos. La rama profunda del nervio ulnar discurre sobre el gancho y se ha descrito la neuropraxia de dicho nervio tras fracturas de este hueso.

3. *Cresta del trapecio*. El trapecio se sitúa en el lado radial del carpo, donde se articula con el primer metacarpiano. Para palpar la cresta, se identifica la articulación entre el trapecio y el primer metacarpiano movilizándolo de manera pasiva. La cresta se percibe como una prominencia en la región volar del trapecio.
4. *Tubérculo del escafoides*. Esta pequeña protuberancia apenas se palpa inmediatamente distal al extremo inferior del radio en la región volar de la muñeca.

En su lado radial, el retináculo también se inserta sobre el surco del trapecio, convirtiendo este surco en un túnel a través del cual pasa el tendón del flexor carpi radialis (palmar mayor) antes de insertarse en la base del segundo y tercer metacarpianos.

Tres estructuras discurren sobre la superficie del retináculo flexor (**figuras 14-A y 14-B**):

1. *Tendón del palmaris longus* (palmar menor). Muchos autores lo consideran como un músculo vestigial sin importancia funcional. Su tendón se utiliza con frecuencia para injertos tendinosos. Es importante comprobar su existencia antes de la cirugía, ya que falta en el 10% de la población. Este tendón también se utiliza como referencia anatómica para la infiltración de corticoides en el interior del túnel carpiano. Si se solicita al paciente que flexione la muñeca contra resistencia, se palpa fácilmente el tendón del *palmaris longus* (si está presente) junto al tendón del *flexor carpi radialis*, más grueso y de localización más radial. Este espacio, fácilmente identificable, existente entre los dos tendones es el lugar donde debe insertarse la aguja para la infiltración del túnel carpiano. La aguja debe introducirse dorsal y distalmente con un ángulo de casi 45°. Se debe

tener en cuenta además que, debido a que el túnel del carpo es un espacio distensible, si se detectan problemas al infiltrarlo, puede deberse a que la aguja se encuentra todavía en el espesor del retináculo o está embutida en uno de los tendones del túnel. Si la aguja se encuentra correctamente colocada, la infiltración debe entrar en el espacio sin demasiada resistencia.

2. *Rama cutáneopalmar del nervio mediano.* El recorrido de la rama cutáneo palmar del nervio mediano puede tener cuatro variantes importante:

a. Normalmente el nervio surge 5cm proximal a la muñeca. Discurre a lo largo del borde ulnar del *flexor carpi radialis* antes de cruzar el retináculo. En raras ocasiones el nervio puede encontrarse englobado por partes del retináculo y, por ello, discurrir por su propio túnel a nivel de la muñeca.

A lo largo del trayecto por el retináculo, el nervio se divide en dos ramas principales, medial y lateral. La lateral es la rama más voluminosa. Ambas inervan la piel de la eminencia tenar.

b. Menos frecuentemente, el nervio surge del nervio mediano en dos ramas distintas que viajan separadas a través de la muñeca.

c. La rama cutáneo palmar puede originarse en el interior del túnel y penetrar el retináculo para inervar la piel de la eminencia tenar.

d. La rama cutáneo palmar puede faltar, siendo sustituida por una rama derivada del nervio radial, del nervio musculocutáneo o del nervio ulnar.

La incisión cutánea al dirigirse hacia ulnar por la región distal del antebrazo evita seccionar el nervio. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que existe una considerable variabilidad en su recorrido. Ya que las lesiones del nervio pueden dar lugar a la aparición de neuomas dolorosos, deben evitarse las incisiones transversas en la región

volar de la muñeca (se han descrito lesiones por compresión del nervio, aunque son raras).

3. *Nervio ulnar*. El nervio ulnar desciende por la superficie volar del antebrazo cubierto por el músculo *flexor carpi ulnaris*. La arteria ulnar se encuentra en su lado radial. El tendón del *flexor carpi ulnaris* se inserta en el pisiforme, que a continuación se une al hamatum y al quinto metacarpiano a través de ligamentos. Justo antes de la muñeca, emergen la arteria y el nervio de debajo del músculo para pasar sobre el retináculo flexor de la muñeca (ligamento transverso del carpo).

A este nivel, puede recordarse la disposición anatómica de estas estructuras con la mnemotecnica “**ANT**”: la **arteria** es la estructura más radial, después del **nervio** y, finalmente, el **tendón** del *flexor carpi ulnaris*.

A nivel de la muñeca, el nervio está particularmente expuesto a sufrir una lesión por laceración. La tríada terrible de lesiones del tendón del *flexor carpi ulnaris*, de la arteria ulnar y del nervio ulnar es una secuela frecuente en las caídas a través de una ventana dirigiendo el borde ulnar de la muñeca hacia delante para proteger la cara.

El nervio, a su paso por el retináculo, se encuentra cubierto por un tejido fibroso resistente, prolongación de la fascia profunda del antebrazo, el ligamento volar del carpo. El túnel constituido, canal de Guyon, tiene cuatro límites: un suelo, el retináculo flexor (ligamento transverso del carpo); una pared ulnar, el pisiforme; una pared radial, el hamatum; y un techo, el ligamento volar del carpo (fascia distal del antebrazo).

En torno al pisiforme el nervio ulnar se divide en dos ramas. La rama superficial inerva el músculo *palmar brevis* y la piel del dedo meñique y de la mitad ulnar del dedo anular. La rama profunda inerva todos los pequeños músculos intrínsecos de la mano, excepto los de la eminencia tenar y los dos lumbricales más radiales.

El nervio mediano cruza la región volar del antebrazo distal en profundidad con respecto al *flexor digitorum superficialis*. Justo por encima de la muñeca, se hace superficial y se sitúa entre los tendones de los músculos *palmaris longus* y *flexor carpi radialis*. Entra en la palma de la mano a través del túnel del carpo.

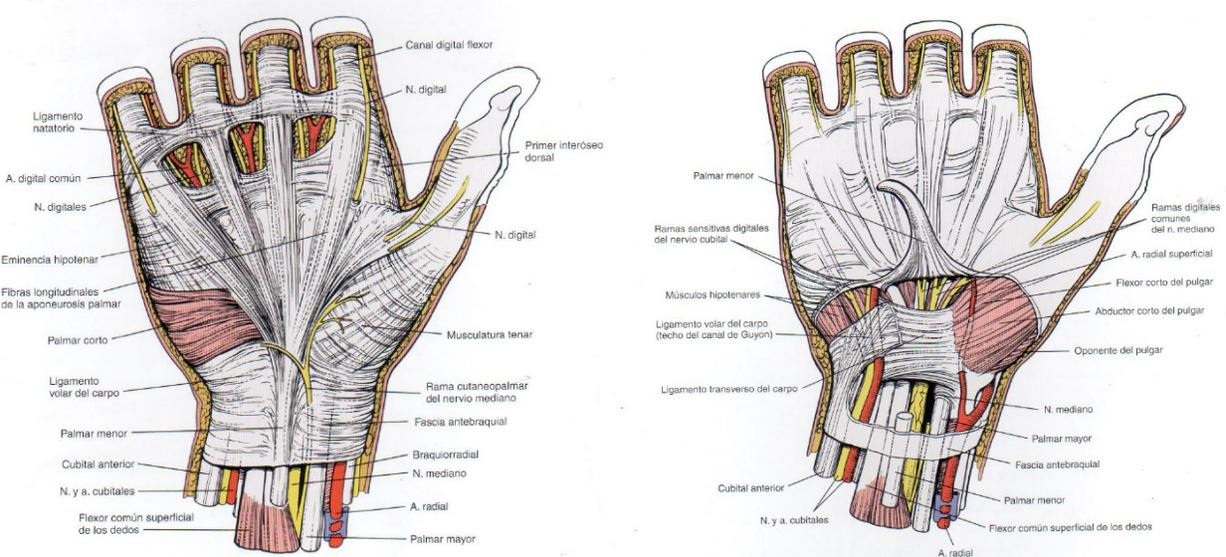


Figura 14. Anatomía superficial volar de la muñeca y la palma de la mano. A. Se ha retirado únicamente la piel y el tejido subcutáneo, observe el trayecto de la rama cutánea del nervio mediano. Las fibras longitudinales de la aponeurosis palmar son una continuación del tendón del *palmaris longus*. **B.** Se han levantado la aponeurosis palmar y la fascia con objeto de exponer el ligamento transverso del carpo. Se mantienen intactas la fascia del antebrazo y las expansiones del *flexor carpi ulnaris* (ligamento volar del carpo) que forman el canal de Guyon.

(Hoppenfeld, S. & deBoer, P. Abordajes en Cirugía Ortopédica. Madrid 2005).

En el interior del túnel, el nervio se sitúa superficial a los tendones de los músculos *flexor digitorum profundus* y *flexor pollicis longus*. Los tendones del *flexor digitorum superficialis* se localizan en el lado ulnar del nervio (**figuras 15 y 16**). A nivel del margen distal de retináculo flexor, el nervio se divide en dos ramas:

1. La *rama media* emite ramas cutáneas para los lados adyacentes de los dedos anular y medio y para los lados adyacentes de los dedos medio e índice.

2. La *rama lateral* emite ramas cutáneas para el lado radial del dedo índice y para ambos lados del pulgar. La rama lateral suele emitir también el nervio motor, o recurrente, referencia quirúrgica clave y máximo peligro en la descompresión quirúrgica del túnel carpiano.

El nervio motor inerva a los músculos de la eminencia tenar. Su trayecto puede presentar al menos siete variantes significativas, que deben tenerse en cuenta al exponer el nervio. Si el túnel se abre sobre el lado ulnar del nervio, se preservará la rama motora a menos que discorra por el mismo lado. Los pacientes con variantes excepcionalmente infrecuentes suelen poseer un *palmaris longus* de gran tamaño, lo cual advierte al cirujano de esta posibilidad durante el abordaje.

Flexor digitorum superficialis. En el interior del túnel carpiano, los tendones de los dedos anular y medio se encuentran más superficiales que los de los dedos índice y meñique. Esta disposición determina una correcta reparación en casos de secciones tendinosas múltiples.

Flexor digitorum profundus. Los tendones del flexor profundo discurren en profundidad con respecto a los del flexor superficial. El tendón para el dedo índice va por separado; los otros tres tendones pueden encontrarse parcialmente unidos entre ellos a su paso por el túnel carpiano.

Flexor pollicis longus. El tendón de este músculo discurre en profundidad con respecto al *flexor carpi radialis* y se encuentra en la región más radial del túnel, a la misma profundidad que los tendones flexores profundos.

Flexor carpi radialis. Su tendón perfora el retináculo flexor para situarse en el surco del trapecio antes de insertarse en la base del segundo y tercer metacarpianos. No pasa a través del túnel carpiano.

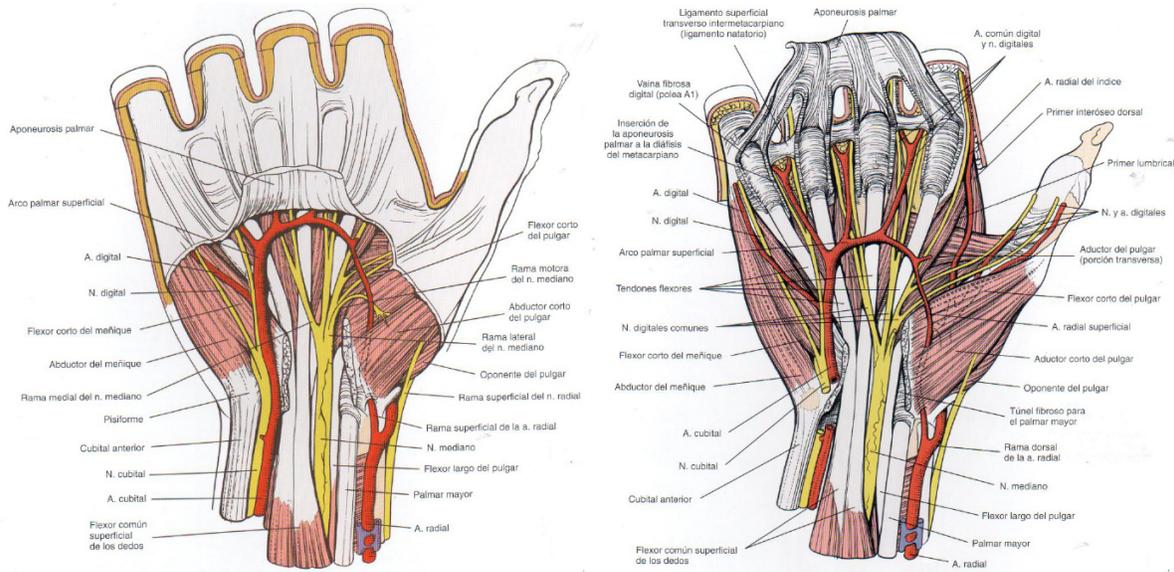


Figura 15. A. Se ha resecado aún más distal la aponeurosis palmar con objeto de exponer el arco palmar arterial superficial. También se ha resecado el ligamento transverso del carpo. El nervio mediano discurre superficial a los tendones flexores profundos, pero al mismo nivel de los superficiales. Se observa la rama motora del nervio mediano para la musculatura tenar. **B.** se ha levantado la aponeurosis palmar hasta su inserción en las vainas flexoras digitales. Se han seccionado sus inserciones profundas a la placa palmar y al hueso. Se ha respetado los tendones flexores y los nervios digitales en todo su trayecto, así como el arco palmar superficial y los músculos de las eminencias tenar e hipotenar. Los nervios y vasos digitales se hacen profundos o dorsales a los ligamentos natatorios. (Hoppenfeld, S. & deBoer, P. Abordajes en Cirugía Ortopédica. Madrid 2005).

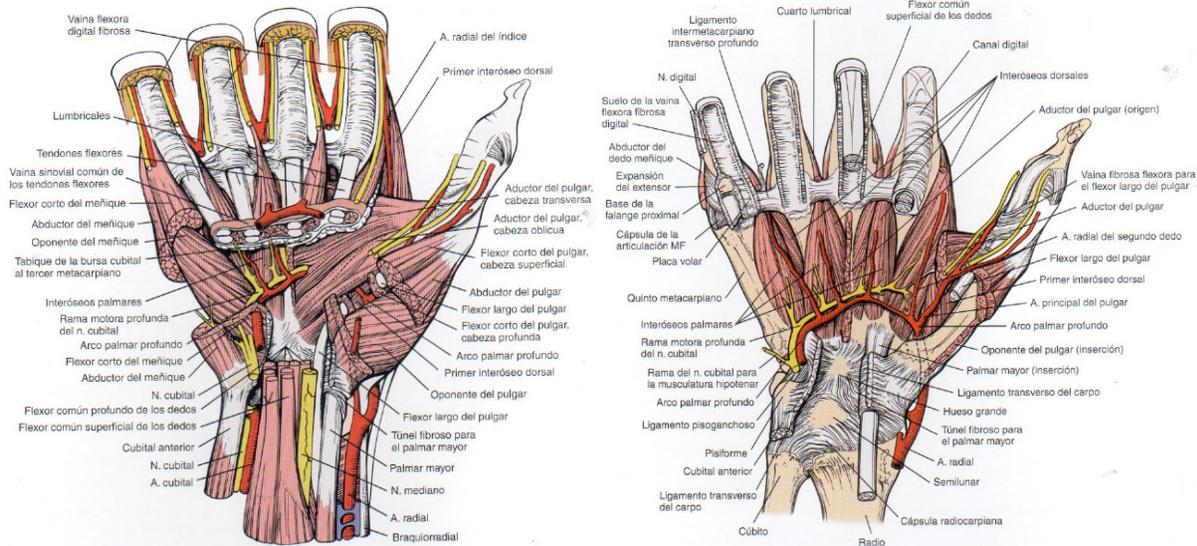


Figura 16. A. Se han resecado parcialmente los músculos de las eminencias tenar e hipotenar para exponer su disposición. El arco palmar superficial se encuentra por encima de los tendones, mientras que el arco palmar profundo se encuentra inmediatamente debajo de los mismos. Existen unos espacios virtuales por debajo de los tendones flexores y sus vainas, sobre la musculatura intrínseca profunda de la mano, los interóseos en el lado hipotenar y el aductor del pulgar en el lado tenar. **B.** Se expone la capa más profunda de la palma de la mano. El arco arterial palmar superficial discurre en profundidad con respecto a los tendones flexores, pero superficialmente con respecto a los interóseos. Cruza la palma de la mano junto a la rama profunda (rama motora) del nervio ulnar. Más distalmente, se observa cómo los interóseos discurren profundamente (dorsal) a los ligamentos transversos profundos. (Hoppenfeld, S. & deBoer, P. Abordajes en Cirugía Ortopédica. Madrid 2005).

1.3 Biomecánica de la muñeca sana.

La palabra biomecánica se refiere a la aplicación de las leyes mecánicas en los seres vivos. Siendo la muñeca una articulación relativamente pequeña podría pensarse que su función es simple, sin embargo, como veremos en adelante, no es así. Explicaremos las cargas, fuerzas y respuesta a las mismas, así como las deformidades y deformaciones con sus consecuencias y efectos a corto, mediano y largo plazos en la articulación de la muñeca.

La existencia de dos huesos en el antebrazo complica sin duda la estructura de las articulaciones del codo y de la muñeca, introduciendo dos articulaciones adicionales, las articulaciones radioulnares, la proximal y la distal, aunque resuelven no pocos problemas: el de los vasos que ya no están torcidos en un segmento corto, y al mismo tiempo el de los nervios. Sobre todo, aporta una solución a los problemas de los músculos: los **músculos de potencia** pueden emplazarse en el antebrazo, como músculos **extrínsecos**, lo que permite un volumen suficiente y acerca el baricentro a la raíz del miembro; los músculos de la mano, los músculos **intrínsecos**, no son más que **músculos de precisión**, es decir, poco potentes y ligeros. La mayoría de los músculos que se insertan en el radio *giran al mismo tiempo* que él y no varían su longitud: no hay efecto parásito en los dedos durante la rotación de la muñeca.⁵⁴

Los pocos músculos flexores que se insertan en la ulna, rotan en toda su longitud, sin efecto parásito.

La aparición de dos huesos en el segmento intermedio de las cuatro extremidades, se remonta a 400 millones de años, a la época del devónico medio, a la de un ancestro lejano, el pez oscuro *crosopterigio*, el Eustenopteron, que salió del mar tras una transformación de sus aletas pectorales convirtiéndose en un tetrápodo, parecido a los lagartos o cocodrilos actuales.

Los radios de sus aletas se reorganizaron progresivamente (**figura 17**), incluyendo inmediatamente después del radio único del húmero, dos radios, uno al lado del otro, los futuros radio y ulna, seguidos de los huesos del carpo y de los cinco radios de los dedos. Desde la citada época, el prototipo del vertebrado terrestre incorporó dos huesos en el antebrazo y en la pierna. No fue más que de forma

progresiva y tardía, en los vertebrados superiores, que la pronosupinación adquirió toda su importancia, y en los primates y finalmente en los *homo sapiens* alcanzaría su máxima eficacia.

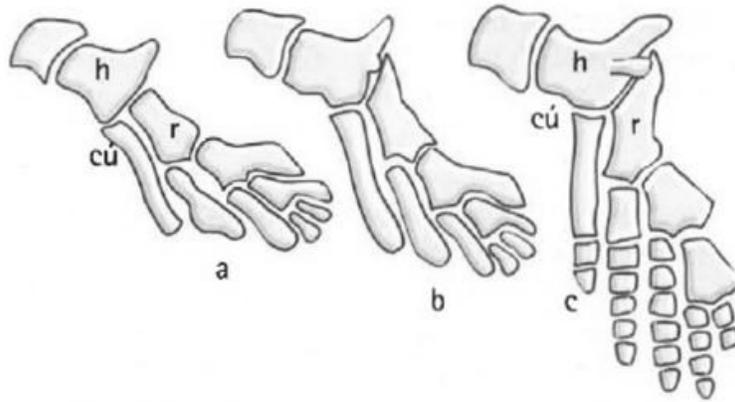


Figura 17. Evolución del miembro superior, con la formación del radio y la ulna. A partir del *Eusenopteron* los radios de sus aletas se reorganizaron progresivamente **a - b - c**, incluyendo inmediatamente después del radio único del húmero **h**, dos radios, uno al lado del otro, los futuros radio **r** y ulna (cúbito) **cú**, seguidos de los huesos del carpo y de los cinco radios de los dedos.
(Kapandji A.I.. Fisiología articular. Tomo 1. Madrid 2006. Pág. 139).

Efectos del acortamiento relativo del radio⁵⁴

El funcionamiento de la ARUD puede verse perturbado por un acortamiento relativo del radio:

- Bien por crecimiento insuficiente tras fractura desapercibida en la infancia;
- Bien por malformación congénita del radio, en la enfermedad de Madelung (**figura 18**);

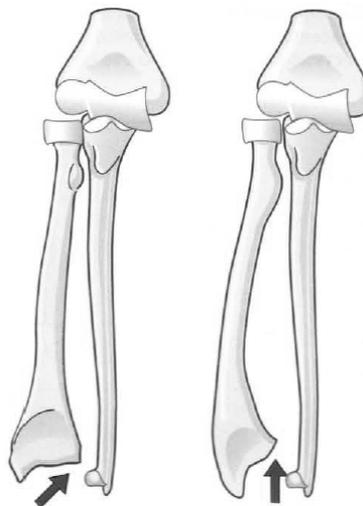


Figura 18. Ilustraciones que muestran acortamiento relativo del radio: Izquierda, arresto de crecimiento tras lesión fisaria no tratada. Derecha, malformación congénita del radio en la enfermedad de Madelung.
(Kapandji A.I.. Fisiología articular. Tomo 1. Madrid 2006. Pág. 141).

- Bien por fractura de la porción inferior del radio, cuya forma más frecuente es la fractura de Pouteau-Colles. Se trata de la fractura más frecuente de la patología traumática, que afecta preferentemente a personas de edad avanzada. Provoca una verdadera luxación de la ARUD tanto en el plano frontal como en el plano sagital:
 - En el plano frontal, la báscula externa de la epífisis radial (**figura 19-A**) conlleva una incongruencia de la ARUD por "bostezo" de la interlínea hacia abajo. La tracción sobre el ligamento triangular (**figura 19-B**) arranca la apófisis estiloides radial que se fractura en su base; se trata de la fractura de Gerard-Marchant. Se produce entonces una diástasis de las superficies articulares, que puede agravarse por la ruptura más o menos extensa de la membrana interósea y por la ruptura del ligamento colateral ulnar del carpo de la ARUD.
 - En el plano sagital, la báscula posterior del fragmento epifisario perjudica igualmente la pronosupinación.

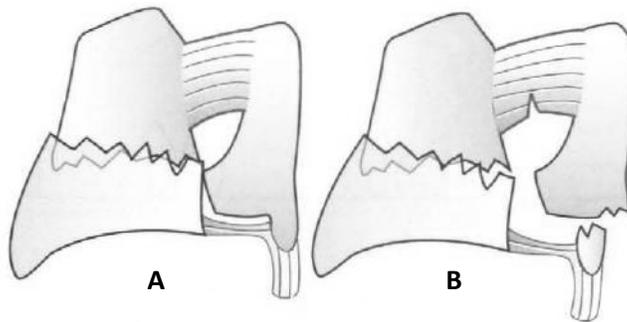


Figura 19. Esquema que muestra la ARUD lesionada en las fracturas de metáfisis distal de radio. Ya sea con el TFCC íntegro (A), o lesionado (B). (Kapandji A.I.. Fisiología articular. Tomo 1. Madrid 2006. Pág. 141).

En estado normal (**figura 20**), los ejes de las superficies radial y ulnar se confunden: los dos huesos separados permiten apreciar sus superficies en concordancia. Cuando se unen, se adaptan perfectamente el uno al otro.

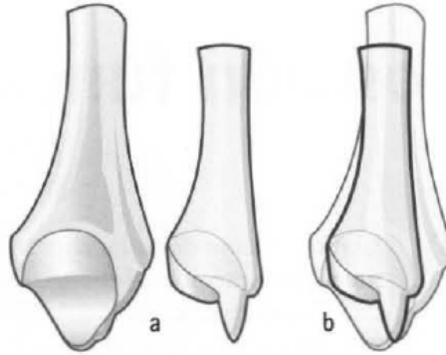


Figura 20. Radio y Ulna se encuentran normalmente sobrepuestos, adaptándose perfectamente el uno al otro (b).

(Kapandji A.I.. Fisiología articular. Tomo 1. Madrid 2006. Pág. 143).

La muñeca, articulación distal del miembro superior, permite que la mano -segmento efector- adopte la posición óptima para la presión. De hecho, como ya se había comentado previamente, el complejo articular de la muñeca posee dos grados de libertad. Con la pronosupinación, rotación del antebrazo sobre su eje longitudinal, que añade un tercer grado de libertad a la muñeca, la **mano se puede orientar en cualquier ángulo para coger o sujetar un objeto.**

El núcleo central de la muñeca es el carpo, conjunto compuesto por ocho pequeños huesos, que ha sido objeto en los últimos treinta años de muchos estudios por parte de los anatómicos, y sobre todo de los cirujanos de la mano, que intervienen casi a diario muñecas. Asimismo, hay nociones totalmente renovadas, lo que permite entender mejor la compleja fisiología de este complejo articular desconcertante en el plano mecánico. Aunque el estudio y la comprensión de la muñeca están lejos de conseguirse.

El complejo articular de la muñeca contiene en realidad dos articulaciones, incluidas en el mismo conjunto funcional con la articulación radioulnar distal (ARUD):

- La articulación radiocarpiana, que articula la glenoide antebraquial con el cóndilo carpiano;
- La articulación mediocarpiana, que articula entre ellas las dos filas de los huesos del carpo.

La teoría más aceptada es que la muñeca sana se comporta como **tres columnas** que sostienen los huesos del carpo y de la mano, conformadas de la siguiente manera: primero, una columna radial que comprende el lado lateral del radio incluyendo la estiloides radial y la fosa escafoidea; una columna intermedia, conformada por el lado ulnar del radio, incluyendo la fosa lunar y el reborde sigmoideo; y por último, una columna ulnar, integrada por la cabeza ulnar, incluyendo el complejo del fibrocartílago triangular (TFCC) y la parte ulnar de la ARUD⁵⁵ (**figura 21**). Según esta teoría, la pérdida de continuidad de dos de estas columnas genera inestabilidad, la cual se definirá más adelante. Para otros investigadores, entre ellos Zancolli,⁵⁶ el radio distal se comporta como un **poliedro** con un vértice proximal y base distal, siguiendo los estudios de los anatomistas florentinos, en especial los de Luca Pacioli. Para Zancolli, es posible tratar las fracturas de radio distal con uso de clavillos de Kirschner, utilizando su teoría, fijando cada lado del poliedro imaginario con clavillos (**figuras 22 y 23**).

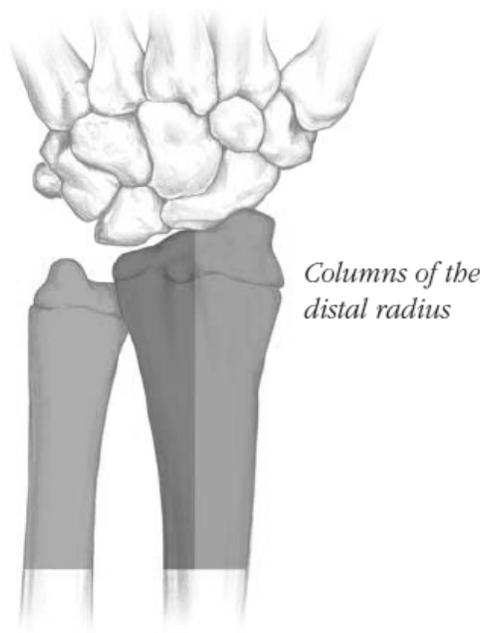


Figura 21. Las tres columnas del radio distal. Primero, una columna radial que comprende el lado lateral del radio incluyendo la estiloides radial y la fosa escafoidea; una columna intermedia, conformada por el lado ulnar del radio, incluyendo la fosa lunar y el reborde sigmoideo; y por último, una columna ulnar, integrada por la cabeza ulnar, incluyendo el complejo del fibrocartílago triangular (TFCC) y la parte ulnar de la ARUD.

(The 2.4 mm LCP® Distal Radius Plates. Technique Guide. 2004 Synthes. USA.. Pág 1).

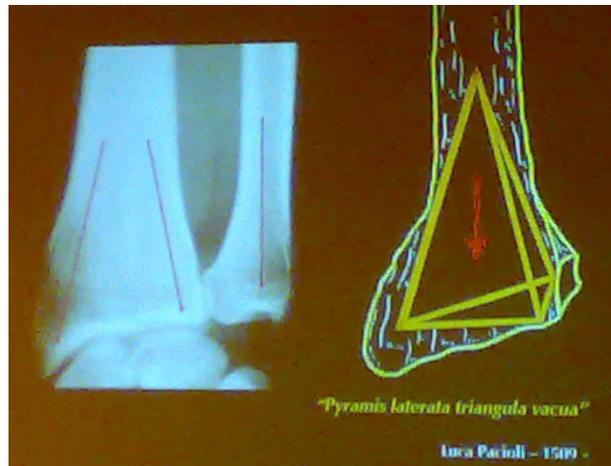


Figura 22. Comparación hecha por el Dr. Eduardo Alfredo Zancoli, entre la teoría de las tres columnas, y la del poliedro "Pyramis laterata triangula vacua".
(Reporte personal. Zancoli EA).

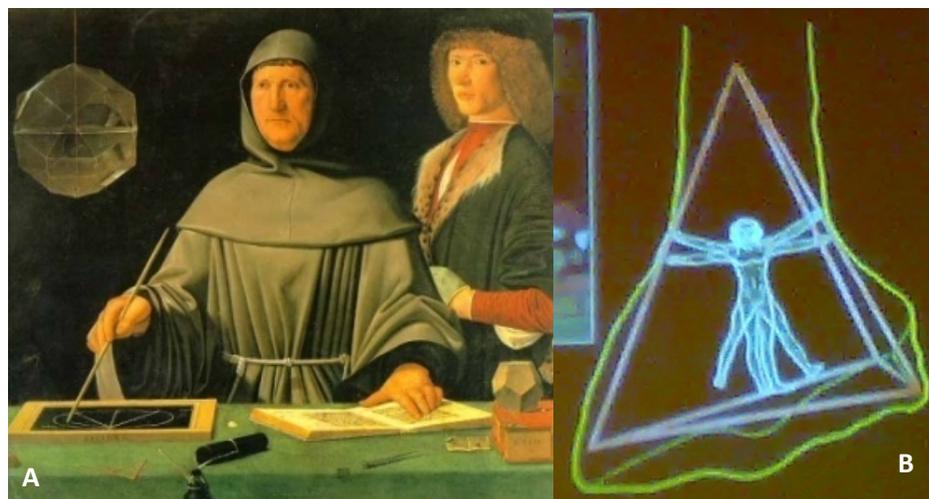


Figura 23. A. Retrato de Luca Pacioli (ca. de 1509) seguidor de la escuela anatomista de Leonardo, B. Esquema que incluye al "Hombre universal" de Leonardo Da Vinci dentro del poliedro en el radio distal.
(Reporte personal. Zancoli EA).

1.4 Imagenología de la muñeca.

La radiología convencional sigue siendo la herramienta de trabajo y el estudio de elección universalmente aceptado para el diagnóstico de las lesiones traumatológicas; sin embargo, existen muchos otros estudios de imágenes complementarios.

Estos estudios se realizarán de acuerdo a las necesidades del paciente y del médico. Aunque el costo no debe excluir la obtención del estudio de imagen, es incumbencia del cirujano reconocer el costo de los estudios diagnósticos en comparación con los beneficios que proporcionan.

La resonancia magnética (RM), la tomografía computada (TC), la fluoroscopia, la gammagrafía ósea y las radiografías simples son todas herramientas útiles a la hora de establecer un diagnóstico o plan de tratamiento de las fracturas del radio distal.

- **Radiografía convencional**

La radiografía simple sigue siendo el estudio inaugural para la evaluación de las lesiones de la muñeca. Una serie inicial incluye una proyección posteroanterior, lateral (**figura 24**) y, en ocasiones, oblicua. Estos estudios son más útiles si se obtienen en una posición neutral.

Es preferible que el antebrazo no esté en supinación ni en pronación, y la muñeca ni en flexión ni en extensión; aunque no siempre es posible, éste debería ser siempre el objetivo del técnico.

La proyección posteroanterior debería examinar tres curvas: las superficies articulares radioulnares distales, la articulación mediocarpiana y la hilera proximal del carpo entre ellas (**figura 25**). La pérdida de estas relaciones debe hacernos sospechar de la existencia de una lesión asociada. El signo cortical o “en anillo de sello” se ve cuando el escafoides está flexionado. La apariencia de final de la corteza de la

cintura del escafoides da lugar al anillo. Este signo puede estar presente en ausencia de patología, especialmente si el escafoides se flexiona debido a una abducción radial o flexión de la muñeca. Cuando está presente, el signo debe hacernos sospechar una rotura del ligamento interóseo escafolunar (LIE). El ligamento se evalúa midiendo el intervalo escafolunar. El intervalo debe ser igual a los intervalos entre los otros huesos del carpo, siendo anormal un hueco de más de 3mm. Si el ligamento es incompetente, la obtención de una proyección posteroanterior con el puño cerrado puede producir que se abra el intervalo escafolunar situando al hueso grande proximal entre el escafoides y el lunatum.

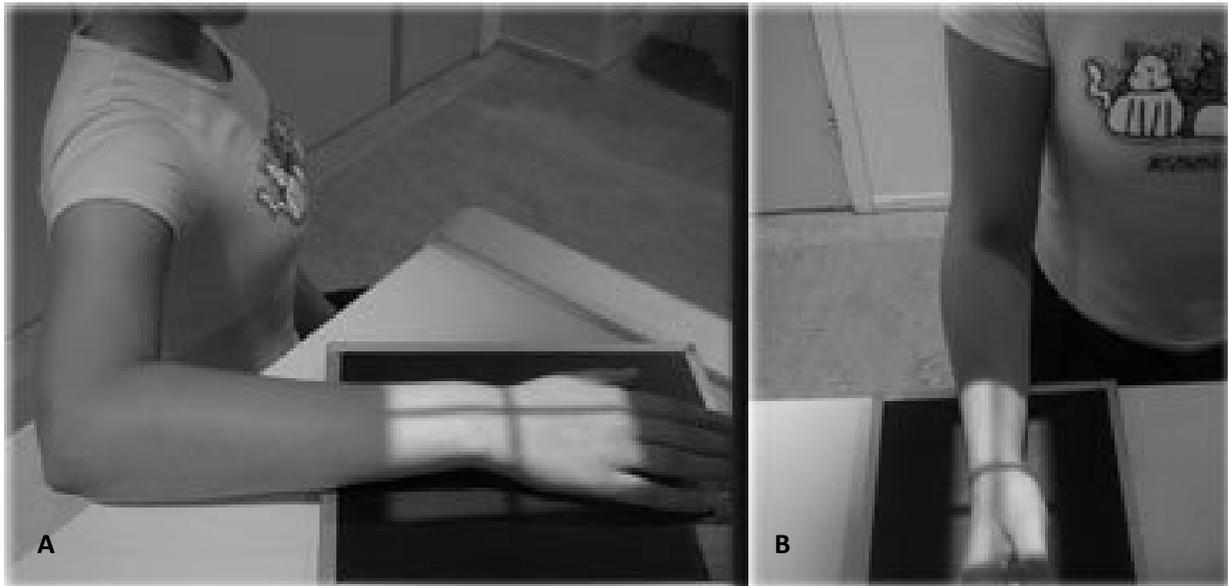


Figura 24. Colocación adecuada de la muñeca en radiología.

A. Una radiografía posteroanterior estándar, con 0° de rotación se obtiene con el hombro en abducción de 90°, el codo flexionado 90°, y la palma de la mano plana sobre el chasis radiográfico. (Posición neutral del radio con respecto a la ulna). En esta proyección, el eje largo del radio y del tercer metacarpiano deben ser colineales para asegurar que no exista desviación radial o ulnar.

B. Una radiografía lateral estándar se obtiene con el hombro en neutro y el codo flexionado a 90°, pegado al tórax. Una radiografía anteroposterior estándar se obtiene con el codo en extensión completa, el hombro en aducción completa y la mano en supinación plana sobre el chasis radiográfico.

(van Der Heijden B, et al. Evaluation of Ulnar Styloid Length. J Hand Surg 2005;30A:954–959. <http://www.radiologyassistant.nl>)



Figura 25. Anatomía radiológica en la proyección anteroposterior de muñeca, se observan los huesos etiquetados con su nombre y su relación entre ellos.

La radiografía lateral (**figura 26**) debe examinar el alineamiento co-lineal del radio, lunatum, capitatum y metacarpianos. Cualquier discontinuidad indica una luxación o subluxación de la articulación afectada.



Figura 26. Anatomía radiológica en la proyección lateral de muñeca, se observan los huesos etiquetados con su nombre y su relación entre ellos, obsérvese que radio y ulna están superpuestos como todos los metacarpianos 2do a 5to. Radio, escafoides, lunatum y 3er metacarpiano se encuentran resaltados con una línea blanca.

Las relaciones del lunatum con el eje del antebrazo deben tenerse en cuenta también, para determinar si existe una deformidad DISI o VISI (**figura 27**). El alineamiento normal del lunatum con el escafoides es de 45+/-15°. La flexión del escafoides superior a 60° es sugestiva de rotura del ligamento interóseo escafolunar.

Si las radiografías no revelan patología y se necesitan otros medios, se obtienen radiografías especializadas convencionales. Éstas pueden incluir proyecciones en carga de la muñeca para evaluar la rotura de los ligamentos, o proyecciones especializadas diseñadas para valorar la patología específica del carpo.

Schuind F et al⁵⁷ en su estudio sobre el uso de la muñeca contralateral como referencia para las mediciones de rayos X de la muñeca patológica compararon en sujetos normales la variabilidad de las mediciones radiográficas de muñeca entre los lados derecho e izquierdo con la variabilidad de la distribución de dichas medidas dentro de la población. Los propósitos adicionales fueron evaluar posibles diferencias de estas mediciones de acuerdo con el sexo, la edad, el lado y la dominancia. Se encontró que la variabilidad al comparar ambos lados es estadísticamente menor para la altura carpal, los ángulos radiolunar, escafolunar y capitolar que en el grupo completo de sujetos, y para aquellas mediciones existió una correlación alta ($r > 0.88$) entre los lados derecho e izquierdo. Además, la altura carpal y las razones carporadiales fueron menores y el ángulo capitolar fue mayor en mujeres que en hombres. También hubo una disminución significativa del ángulo escafolunar en individuos mayores. La implicación clínica de estos hallazgos es que en las enfermedades con involucro unilateral de muñeca, la muñeca normal se debe de usar para proveer los valores de referencia de la altura carpal y de los ángulos carpales en las radiografías de control. Sin embargo, para la inclinación radial y la angulación palmar del radio distal y para la varianza ulnar, todas estas mediciones realizadas en la evaluación de las

fracturas agudas del radio distal, el lado normal no provee una mejor referencia que los valores normales obtenidos por las bases de datos.

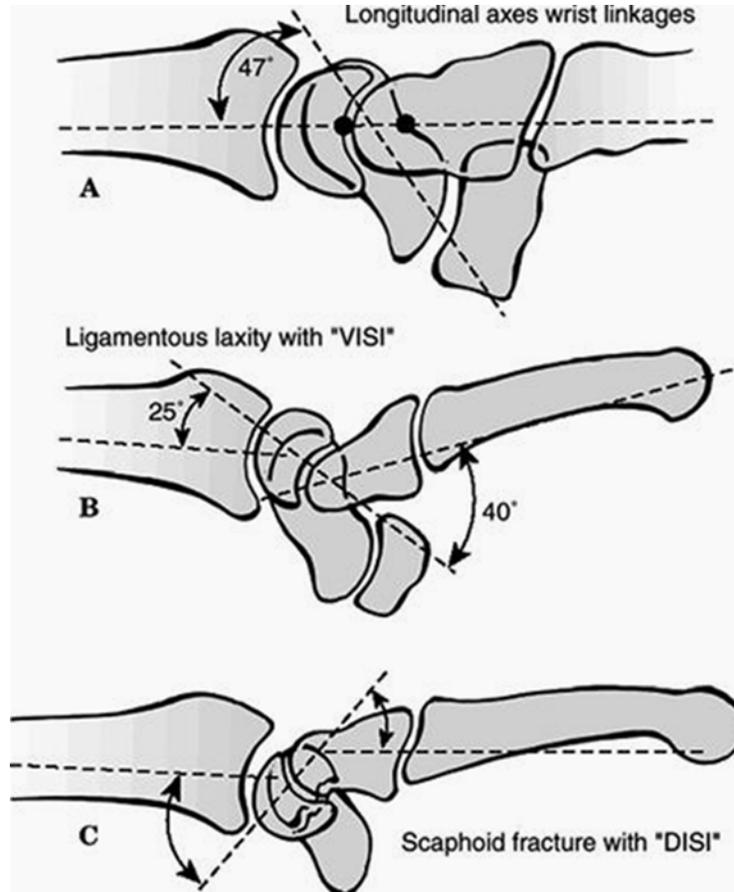


Figura 27. Dibujo esquemático de inestabilidad carpal. (A) Alineación longitudinal normal de los huesos del carpo con el eje del escafoides en un ángulo de 47° con respecto a los ejes del capitatum, lunatum y radio. (B) Una deformidad por inestabilidad volar intercalada segmentaria (VISI) está usualmente asociada con la disrupción del ligamento lunotriquetral. (C) Una deformidad por inestabilidad dorsal intercalada segmentaria (DISI) se asocia con la disrupción del ligamento escafolunar o una fractura desplazada de escafoides.

(Koval, K.J., Zuckerman, J.D. Handbook of Fractures, 3rd Ed.2006 Lippincott Williams & Wilkins. Pág. 242).

Mediciones Radiográficas para el Radio Distal

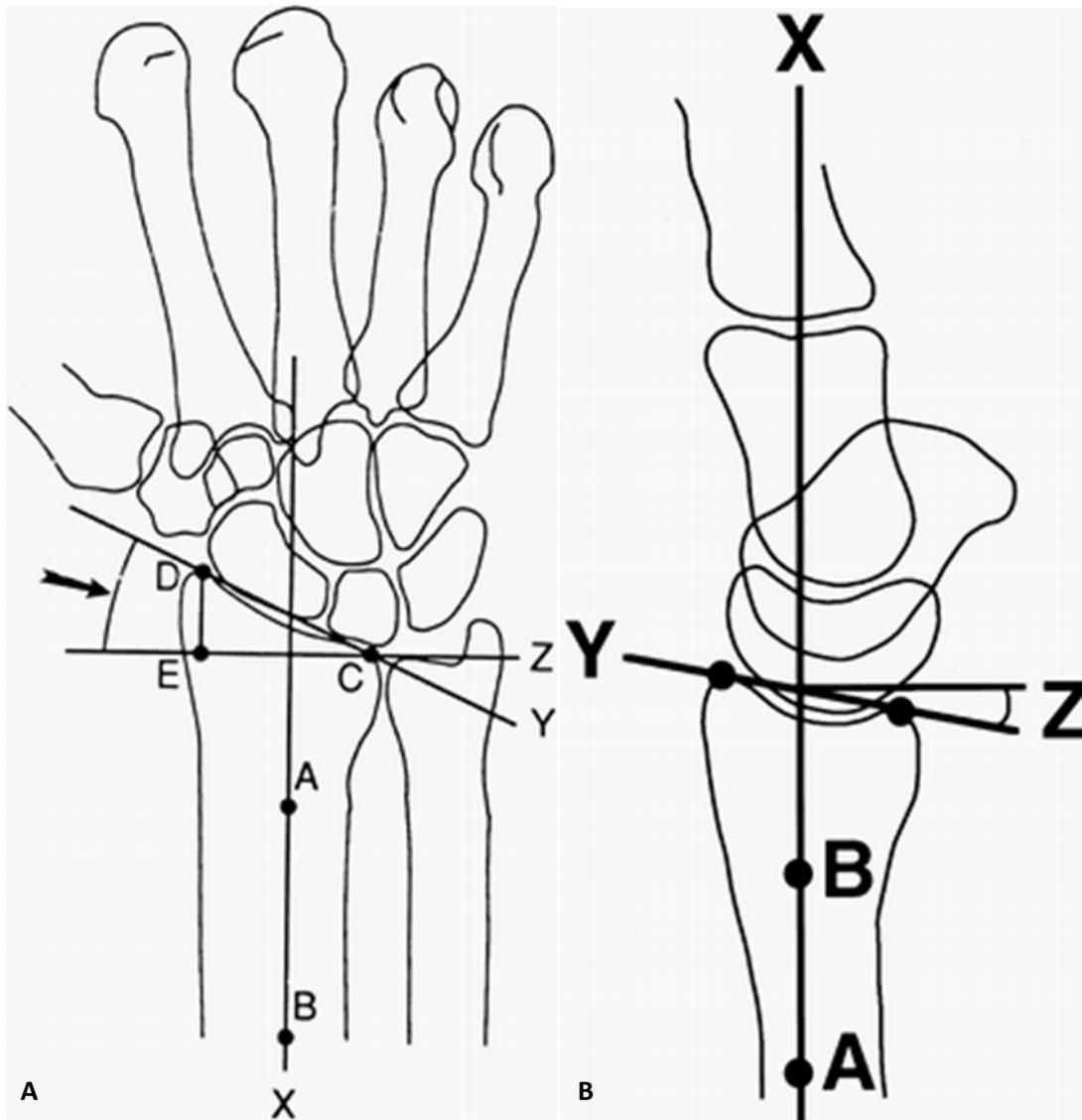


Figura 28. Esquemas de medición anteroposterior (A) y lateral (B).

A. Esquema que muestra el método para la altura radial (longitud radial) (valor normal, 10.13mm), la cual es la distancia medida entre los puntos *D* y *E*, donde *D* representa la punta más distal de la estiloides radial y *E* es un punto en la línea *EC*. La línea *DE* es la distancia más corta entre el punto *D* y la línea *EC*. El ángulo de inclinación radial (flecha) se mide al trazar una línea perpendicular (línea *EC*) al eje radial (*AB*) a través del espacio sigmoideo distal (el borde ulnar de la fosa lunar) y dibujando otra (línea *DC*) que se une a la punta distal de la estiloides radial y el espacio sigmoideo distal (el borde ulnar de la fosa lunar). Estas dos líneas forman el ángulo de inclinación radial (ángulo normal, 21°–25°).

B. Esquema que muestra la inclinación palmar (volar), la cual es el ángulo formado entre la línea (*Y*) al unirse a los puntos más distales de los bordes volar y dorsal de la superficie articular distal del radio y la línea (*Z*) que se traza perpendicular al eje largo (línea *XBA*) del radio. La inclinación promedio es de, con un rango de 2°–20°.

(Baratz ME, Larsen CF. Wrist and hand measurements and classification schemes. In: Gilula LA, Yin Y, eds. Imaging of the wrist and hand. Philadelphia, Pa: Saunders, 1996; 232).

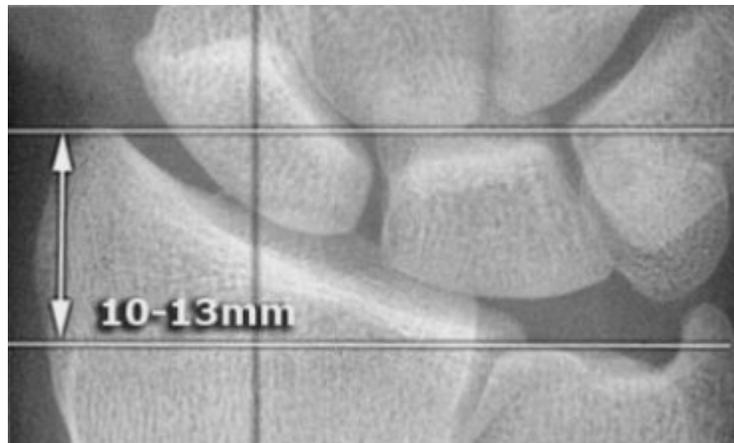


Figura 29. Altura radial normal: 10-13mm.
(Tomada de: <http://www.radiologyassistant.nl>).



Figura 30. Inclinación volar o palmar normal: 2-20°.
(Tomada de: <http://www.radiologyassistant.nl>).

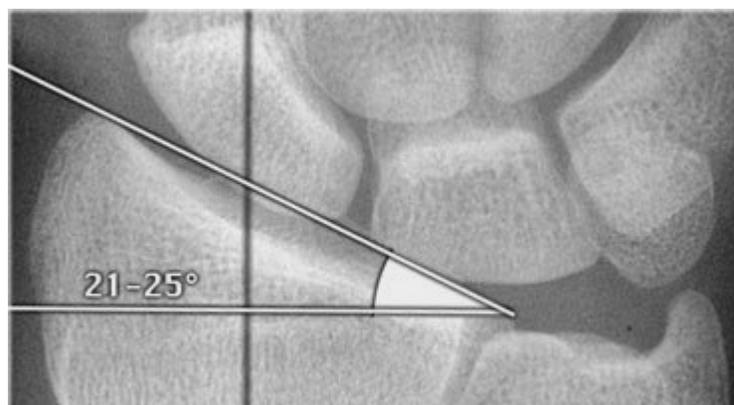


Figura 31. Ángulo de inclinación radial normal: 21-25°.
(Tomada de: <http://www.radiologyassistant.nl>).

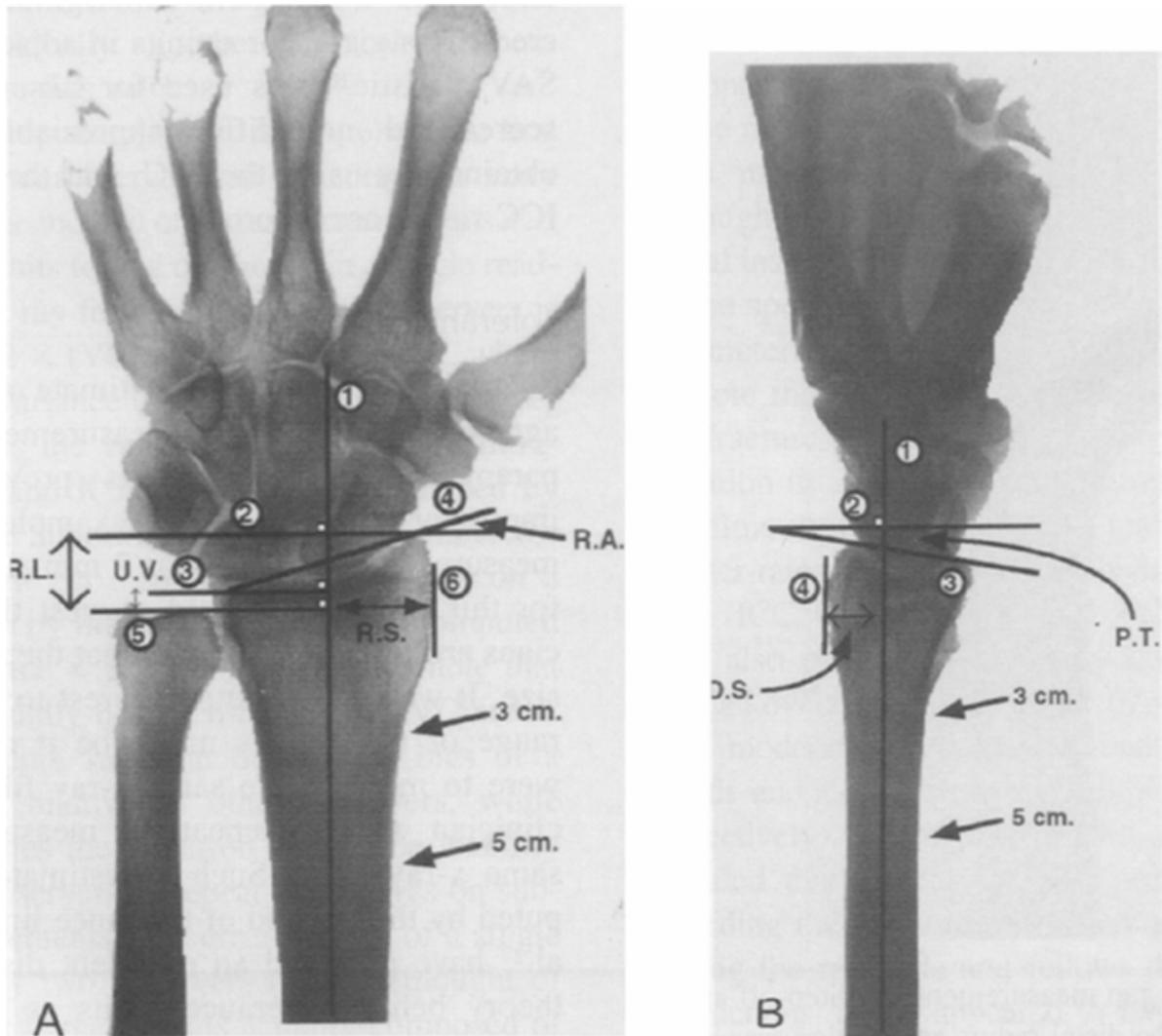


Figura 32. Guías de medición anteroposterior (A) y lateral (B) según Kreder et al. utilizadas en el estudio.

A. Lineamientos de medición anteroposterior: (1) El centro de la diáfisis radial se determina a los 3cm y 5cm por debajo de la mitad de la superficie articular semilunar proximal. Esta línea representa el eje central largo del radio. (2) Se traza una línea perpendicular al eje central largo del radio a nivel del aspecto más distal de la superficie articular radial. (3) se traza una línea perpendicular al eje central largo del radio a nivel del margen ulnar de la superficie articular radial distal. (4) Los márgenes radial y ulnar de la superficie articular radial distal son conectados. (5) Se traza una línea perpendicular al eje central largo del radio a nivel de la superficie articular ulnar distal. (6) Se traza una línea tangencial al punto más radial en la metáfisis radial, paralela al eje central largo del radio.

B. Lineamientos de medición lateral: (1) Se determina el centro de la diáfisis radial a los 3cm y 5cm por debajo de la región media de la superficie articular semilunar proximal. Esta línea representa el eje central largo del radio. (2) Se traza una línea perpendicular al eje central largo del radio a un nivel conveniente. (3) Los márgenes dorsal y volar de la superficie articular radial distal son conectados. (4) Se traza una línea tangencial al punto más dorsal de la metáfisis radial paralela al eje central largo del radio.

RA, ángulo radial; RL, altura radial; UV, varianza ulnar; RS, distancia radial; ángulo PT, ángulo de inclinación palmar; DS, distancia dorsal.

(Tomada de: Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G and Swiontkowski MF. X-ray Film Measurements for Healed Distal Radius Fractures. J Hand Surg 1996;21A:31-39. Erratum in: J Hand Surg [Am]. 1996;21:532).

Franco Valencia et al.⁵⁸ determinaron las mediciones radiográficas normales en muñecas de mexicanos sanos. Se tomaron 112 radiografías de muñecas sanas: 56 derechas y 56 izquierdas en adultos normales, cuyos padres y abuelos fueran mexicanos por nacimiento. Con técnica estandarizada se tomó una proyección posteroanterior y una lateral, no se incluyeron en el estudio sujetos con antecedentes traumáticos, fracturas o deformidades. La medición fue realizada por dos observadores cegados. Se evaluó angulación radial, inclinación palmar, varianza ulnar, ancho radial en proyección posteroanterior y en lateral. Dentro de los resultados se encontró una media en la angulación radial de $36.5 \pm 4.62^\circ$, ancho radial en posteroanterior de $22.84 \pm 3.23\text{mm}$, varianza de $-1.13 \pm 2.61\text{mm}$, inclinación palmar de $17.98 \pm 2.25^\circ$ y ancho radial en lateral de $19.3 \pm 9.3\text{mm}$. No existieron diferencias entre muñecas izquierdas y derechas ni en la dominancia. Se encontró correlación entre la angulación radial, la inclinación palmar y el ancho radial en posteroanterior, también en la talla y el ancho radial en posteroanterior. Existieron diferencias significativas entre hombres y mujeres en la angulación radial, ancho radial en posteroanterior y lateral. En dicho estudio se encontraron diferencias en la angulación radial e inclinación radial respecto a valores reportados en individuos de Estados Unidos y Suecia. En la varianza ulnar se encontraron diferencias con individuos de Taiwán y Japón. Concluyendo que la información concerniente a la normalidad en las mediciones radiográficas de muñeca puede ser utilizada en investigación clínica como valores de referencia para evaluación de métodos quirúrgicos de tratamiento y seguimiento de las afecciones de la muñeca, entre otros.

- **Fluoroscopia**

La modalidad de estudio imagenológica más nueva, más útil, es la fluoroscopia a bajas dosis. Este método permite una valoración en tiempo real de la estabilidad de la ARUD así como de la escafolunar, y

permite la visión lateral de la fosa. Esta proyección puede visualizar mejor la superficie articular de la fosa lunar y mediante una rotación diferente, la fosa escafoidea.

Puede ser útil una valoración rápida, especialmente en el paciente politraumatizado, para planear los restantes estudios. La valoración debe incluir flexión y extensión en el plano lateral y la desviación radial y ulnar en el plano anteroposterior. La capacidad de obtener imágenes oblicuas en tiempo real permite al examinador evitar la superposición de los huesos del carpo para valorar el área en cuestión.

Su utilidad también es grande en los procedimientos quirúrgicos percutáneos, mínimamente invasivos o abiertos, gracias a que proporciona una evaluación inmediata de la reducción de la fracturas tras las maniobras iniciales, así como de la colocación adecuada de los implantes (**figuras 33 a 35**).



Figura 33. Equipo de fluoroscopia con arco en C, con imágenes en tiempo real vistas en la pantalla.

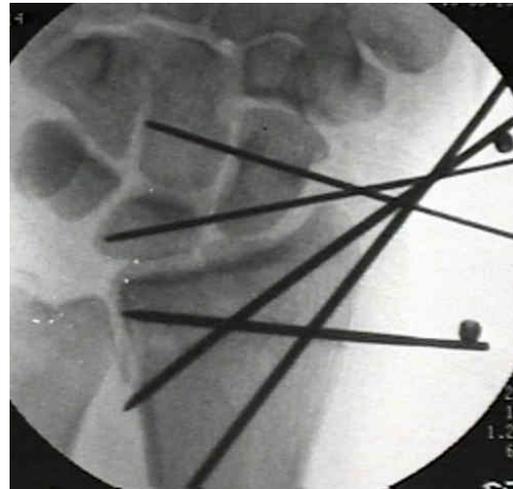


Figura 34. Imagen transoperatoria, control de una fijación percutánea de muñeca. Una de las ventajas de la fluoroscopia.



Figura 35. Imagen de una muñeca derecha, vista por fluoroscopia, se aprecia aumento en el espacio escafolunar.

- **Tomografía convencional**

La tomografía convencional trispiral puede obtenerse en los planos sagital, axial y coronal. La capacidad de realizar imágenes individuales separadas de cada hueso del carpo y la muñeca hace de la tomografía el estudio de elección para evaluar las fracturas del carpo, las fracturas intraarticulares, las consolidaciones defectuosas, y las pseudoartrosis. La tomografía convencional ha sido sustituida en la mayoría de los centros por la tomografía computarizada (TC). Con un conocimiento de la técnica y con una postura adecuada del paciente, se pueden obtener excelentes imágenes tomográficas en los tres planos ortogonales.

- **Tomografía computarizada (TC)**

Si las fracturas están identificadas o se sospechan y se necesita más información sobre la configuración exacta de las mismas o la cantidad de incongruencia articular o diástasis, la TC es apropiada y útil. La TC de un área calificada de “caliente” en un escáner óseo también demuestra fracturas ocultas del carpo. Una posición adecuada del paciente permitirá proyecciones axiales, coronales y sagitales de la muñeca sin ninguna necesidad de una reconstrucción computarizada con sus inherentes pérdidas de detalles.

Las imágenes tradicionales de la TC de la muñeca consisten en imágenes axiales normalmente obtenidas con los brazos del paciente en el mismo lado. La computadora recompone la información en una imagen reconstruida para obtener imágenes sagitales (**figura 36**). Este proceso pierde algún detalle, ya que el programa del ordenador debe estimar la información entre las imágenes axiales. Cuando la distancia entre las imágenes axiales disminuye y se mejora el software para la recomposición, la calidad de las reconstrucciones también mejora. Un método más adecuado de obtener tomografías laterales (sagital) y anteroposteriores (coronal) de la muñeca es colocando la muñeca del paciente de tal forma que el foco de la TC sea colineal con el plano deseado. Una manera sencilla de realizar esto es colocar al paciente con su mano sobre el abdomen; el escáner axial produce cortes sagitales de la muñeca sin necesidad de recomponer. Los cortes coronales pueden obtenerse colocando la mano sobre el pecho o el abdomen con la palma hacia arriba o hacia abajo.

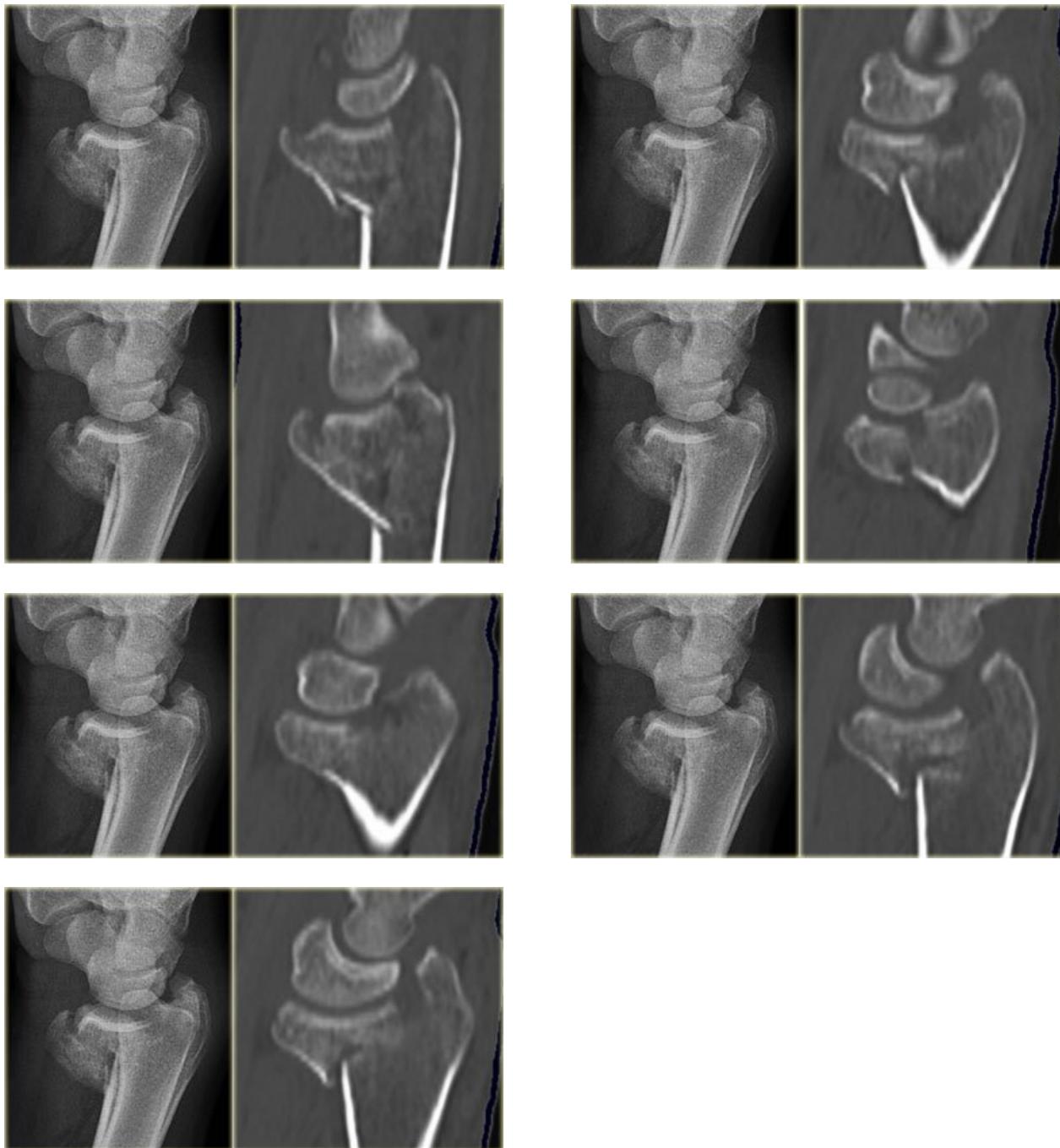


Figura 36. Cortes sagitales de una TC de muñeca en donde se aprecia con mayor detalle una fractura metafisoeipifisaria del radio distal, con lesión articular, consistente en hundimiento, cizallamiento y desplazamiento de los fragmentos, con escalón y espacio articulares.

(Tomado de: <http://www.radiologyassistant.nl>).

La reconstrucción tridimensional (3D) del radio (**figura 37**) mediante los datos proporcionados por la TC puede incluso tener un papel en la corrección de la consolidación viciosa.

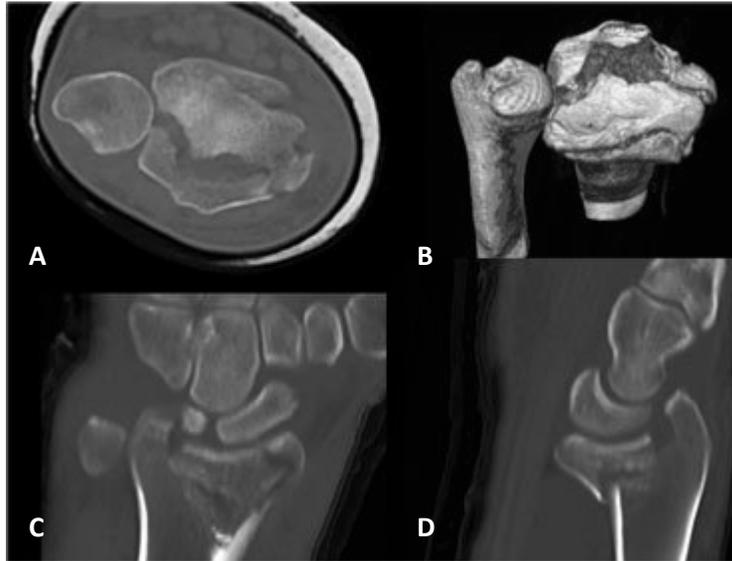


Figura 37. Tomografía computada en 3D (B), que reconstruye el radio, a partir de los cortes en las tres proyecciones estándar: (A) Axial, (C) coronal y (D) sagital.
(Tomado de: <http://www.radiologyassistant.nl>)

- **Resonancia magnética**

La resonancia magnética (RM) ha demostrado tener un uso limitado en el diagnóstico de las lesiones agudas de la muñeca, pero ha sido ampliamente utilizada. Una ventaja que ofrece la RM frente a otros estudios es la capacidad de valorar el estado del cartílago. También ha demostrado ser efectiva en la evaluación de la necrosis avascular de los huesos del carpo y la muñeca (**figuras 38 y 39**), incluyendo el polo proximal del escafoides en las pseudoartrosis.

En aquellos pacientes con una demanda alta de la utilización de la mano y de su movilidad (atletas, cirujanos, dentistas, etc.), la RM puede ser útil en el diagnóstico o exclusión de una fractura aguda del escafoides y proporcionar un tratamiento precoz adecuado.

La artro-resonancia magnética con inyección intraarticular de gadolinio puede aumentar la capacidad de visualizar las estructuras ligamentosas de la muñeca (**figura 40**). Su uso es muy reciente y, como la mayoría de las aplicaciones de la RM en la muñeca, tiene más relevancia en el diagnóstico de las lesiones crónicas.



Figura 38. Imagen por Resonancia Magnética que muestra una probable necrosis avascular de la apófisis estiloides ulnar vista como una hipointensidad en T1 (Flecha amarilla). La cual pasa desapercibida en la radiografía convencional.
(Tomado de: <http://www.radiologyassistant.nl>).



Figura 39. Necrosis avascular del lunatum vista por una RM en T1, se observa una hipointensidad en el borde proximal y ulnar del lunatum. (Imagen de tomada de Google.com)

- **Arthrografía**

La artrografía de la muñeca ha sido y continúa siendo utilizada para el diagnóstico de las lesiones de los tejidos blandos y ligamentos de la muñeca. La adición de proyecciones fluoroscópicas durante la artrografía aumenta la especificidad de la prueba (**figuras 42 y 43**).

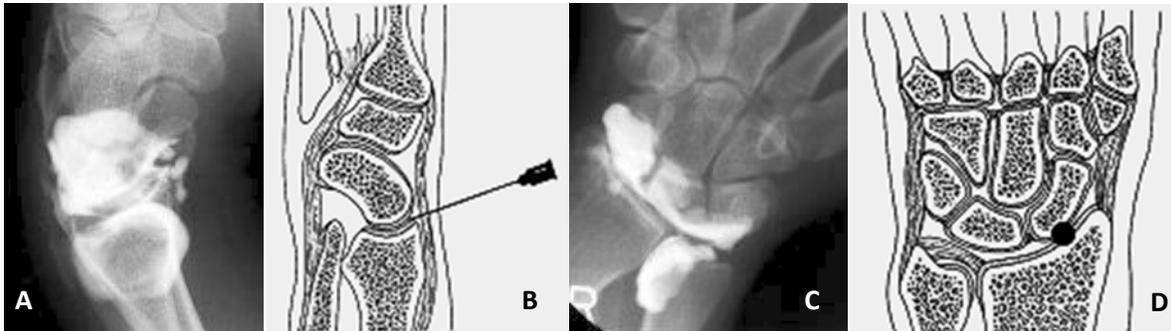


Figura 42. Imágenes y esquemas que representan sitios de infiltración en muñeca y la imagen radiográfica con el medio de contraste intraarticular en las vistas lateral (A y B), y Posteroanterior (C y D). (Imágenes de tomadas de Google.com)



Figura 43. Diversas patologías del carpo y la muñeca, la fuga del medio de contraste delata los sitios afectados. (Imágenes de tomadas de Google.com)

- **Ecografía**

Las mejoras en la resolución de sus imágenes, han añadido la ecografía a la lista de herramientas diagnósticas para evaluar la patología de la mano y de la muñeca, como por ejemplo un quiste ganglionar oculto y lesiones de los ligamentos (**figuras 44 a 46**). Como es bien conocido, la ecografía es un estudio operador dependiente, aumentando la sensibilidad del estudio con radiólogos especializados experimentados en ecografía de tejido musculoesquelético.

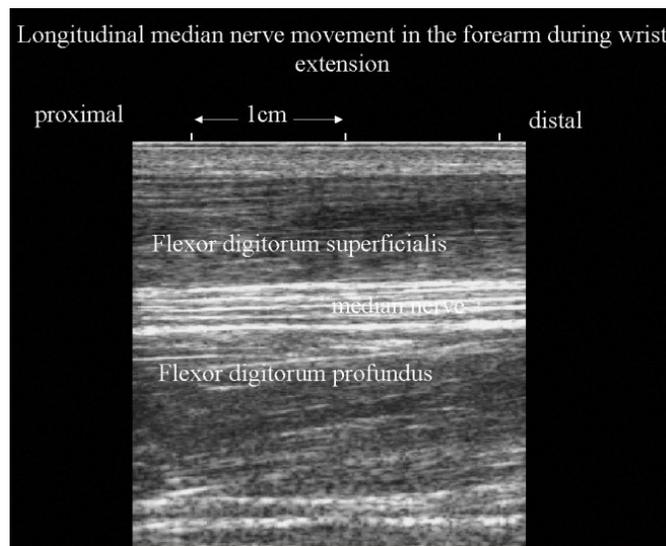


Figura 44. Ultrasonido musculoesquelético, en donde se observa el movimiento longitudinal del nervio mediano en el antebrazo durante la extensión de muñeca. (Imagen de tomada de Google.com)

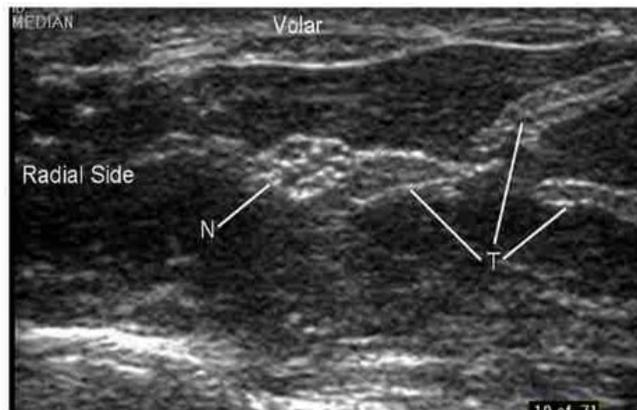


Figura 45. Corte axial de la muñeca, sobre el túnel carpiano, en donde se pueden observar los tendones flexores (T), así como el nervio mediano (N). (Imagen de tomada de Google.com)

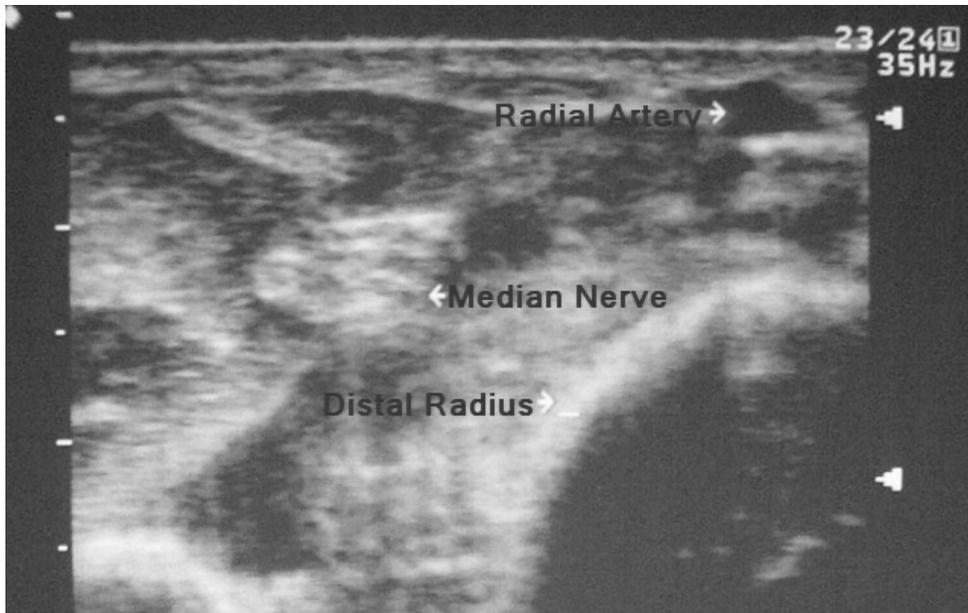


Figura 46. Imagen de ultrasonido en modo musculoesquelético en donde se observan el nervio mediano, la arteria radial y el radio distal, la pérdida de la regularidad de la sombra ecogénica en los bordes óseos puede sugerir la presencia de una fractura aguda. (Imagen de tomada de Google.com)

- **Artroscopia⁵⁹**

Las pequeñas condiciones de la artroscopia de muñeca precisan de una técnica adaptada e instrumental especial. En todo caso, son válidos todos los principios fundamentales de la artroscopia sobre la triangulación y el trabajo con una cadena de vídeo. La articulación se compone de cinco espacios sinoviales separados:

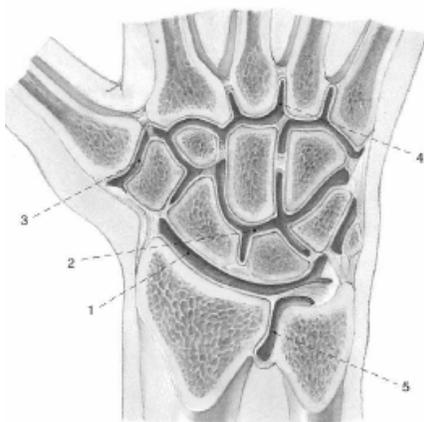


Figura 47. Espacios sinoviales de la muñeca:

- 1 Articulación radiocarpiana.
- 2 Articulación mediocarpiana.
- 3 Articulación carpometacarpiana del pulgar.
- 4 Articulaciones carpometacarpianas II-V.
- 5 Articulación radioulnar distal.

(Bauer, Kerschbaumer, Poisel. Cirugía ortopédica de mano, muñeca, antebrazo, codo y hombro. Ed. Marban. 2004. Cap 12).

La artroscopia de las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana son de relevancia clínica. La artroscopia diagnóstica de la muñeca tiene actualmente un puesto fijo en las opciones de métodos quirúrgicos ortopédicos. Las operaciones artroscópicas se encuentran sin embargo, en los últimos años, en una fase de gran desarrollo.

Indicaciones

La artroscopia diagnóstica de la muñeca se indica cuando por los métodos diagnósticos menos invasivos no se ha podido diagnosticar la causa de las molestias del paciente. Está especialmente indicada en lugar de la artrografía en caso de alergia al medio de contraste y cuando se sospeche de lesiones en la región de los ligamentos intrínsecos o del disco articular. Se pueden realizar bajo control artroscópico biopsias, desbridamientos en lesiones articulares degenerativas, extracción parcial del disco articular y la refijación en caso de desprendimiento traumático del disco. La sinovectomía de la muñeca, la resección parcial de la cabeza de la ulna, la reposición y la transfijación de fracturas articulares o disociación de los huesos carpianos se encuentran todavía en periodo experimental.

La artroscopia ha encontrado un uso como método de diagnóstico y tratamiento de los dolores de la muñeca. Muchos estudios han demostrado que la artroscopia radiocarpiana es superior a la artrografía en el diagnóstico de las lesiones de la muñeca (**figuras 48 a 51**). Hay incluso más interés en la utilización de la artroscopia no sólo para el diagnóstico sino como ayuda en la reducción de las fracturas y fracturas-luxación de la muñeca y del carpo.

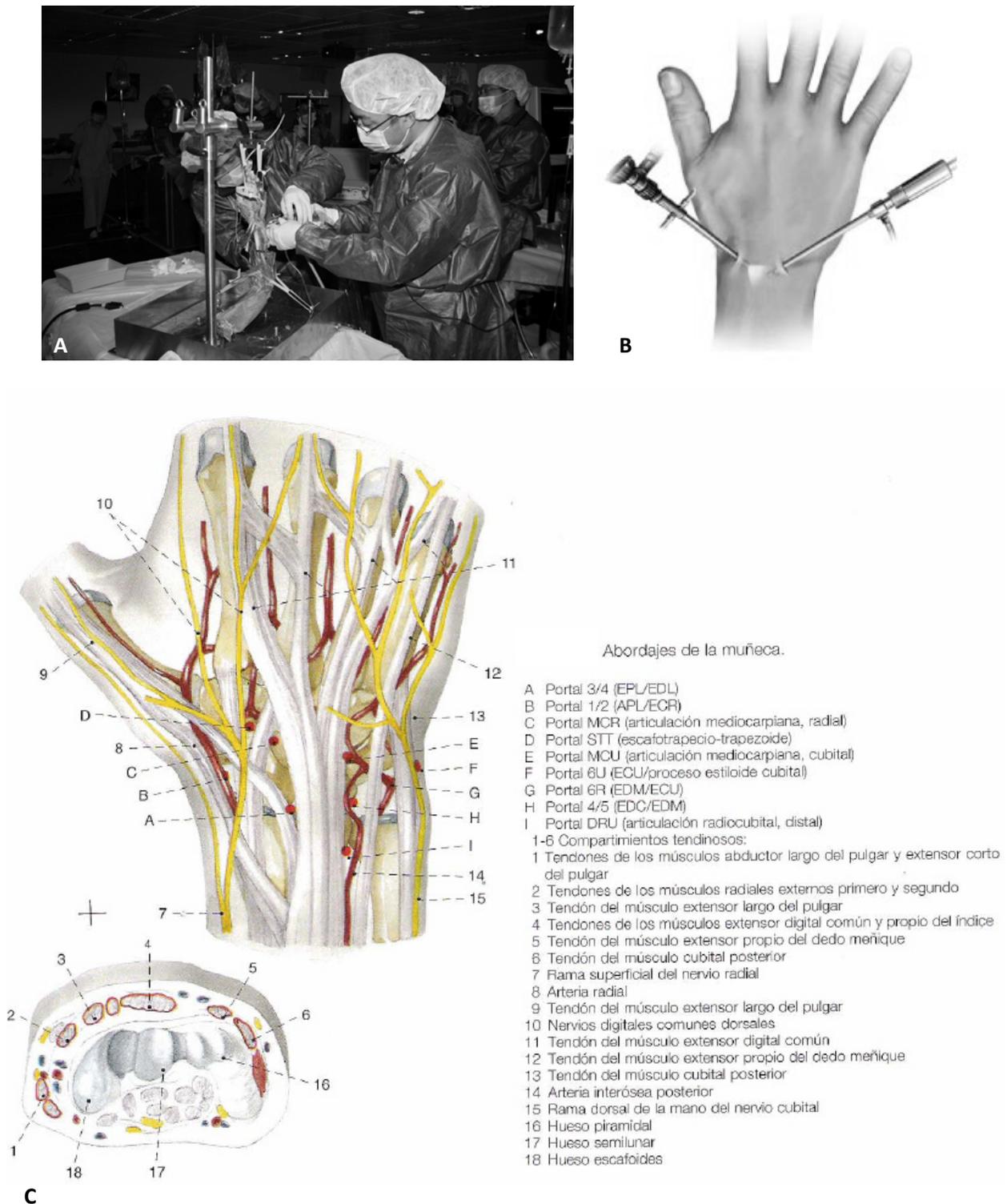


Figura 48. A. Cirujanos practicando artroscopia de muñeca en modelos cadavéricos. B. Sitios de entrada de los portales estándar de la artroscopia de muñeca. Se utiliza una lente pequeña a 15° o 30° de 2 a 4mm. C. Esquema que ilustra los abordajes de la muñeca y las estructuras adyacentes en riesgo.

(Bauer, Kerschbaumer, Poisel. Cirugía ortopédica de mano, muñeca, antebrazo, codo y hombro. Ed. Marban. 2004. Cap 12).

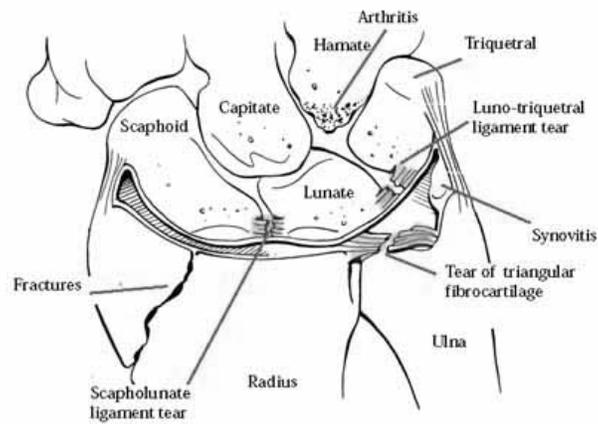


Figura 49. La artroscopia de la muñeca es útil en el diagnóstico y tratamiento de varias patologías tanto traumáticas como degenerativas como: artrosis, sinovitis, fracturas articulares, desgarros ligamentarios o del complejo del fibrocartilago triangular. (Imagen de tomada de Google.com)

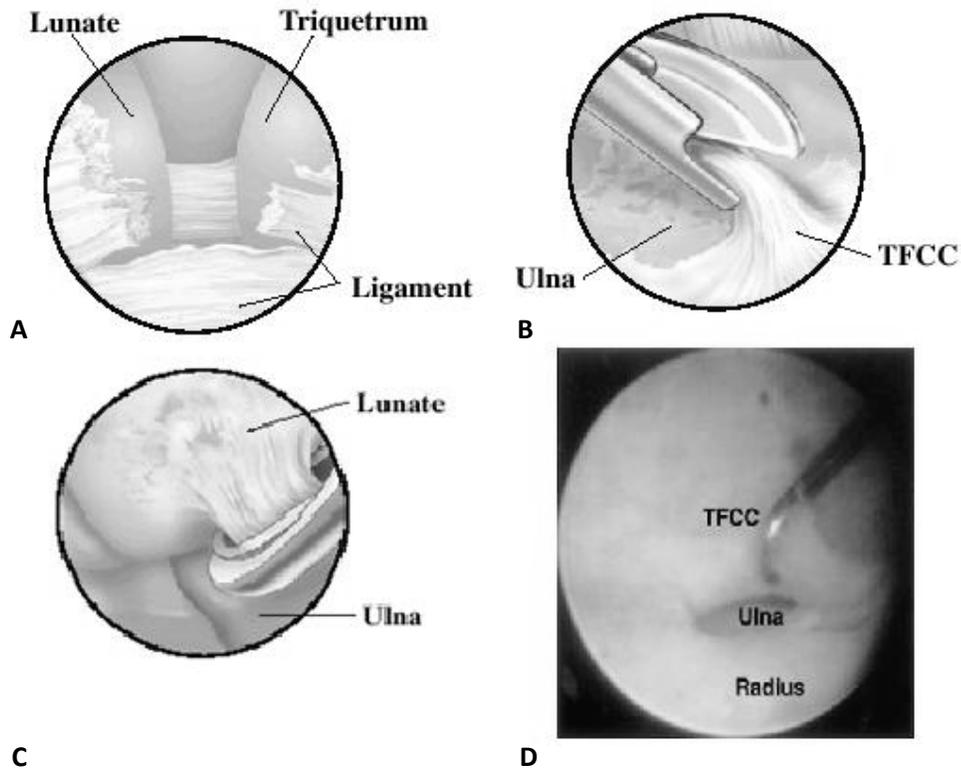


Figura 50. Diversas estructuras que se pueden observar durante la artroscopia de muñeca: A. Ligamento lunotriquetral lesionado, B. Complejo del fibrocartilago triangular y la ulna por debajo de éste, C. Semilunar y su relación con la ulna, D. Fotografía artroscópica en donde se observan el TFCC lesionado, ulna y radio. (Imágenes de tomadas de Google.com)

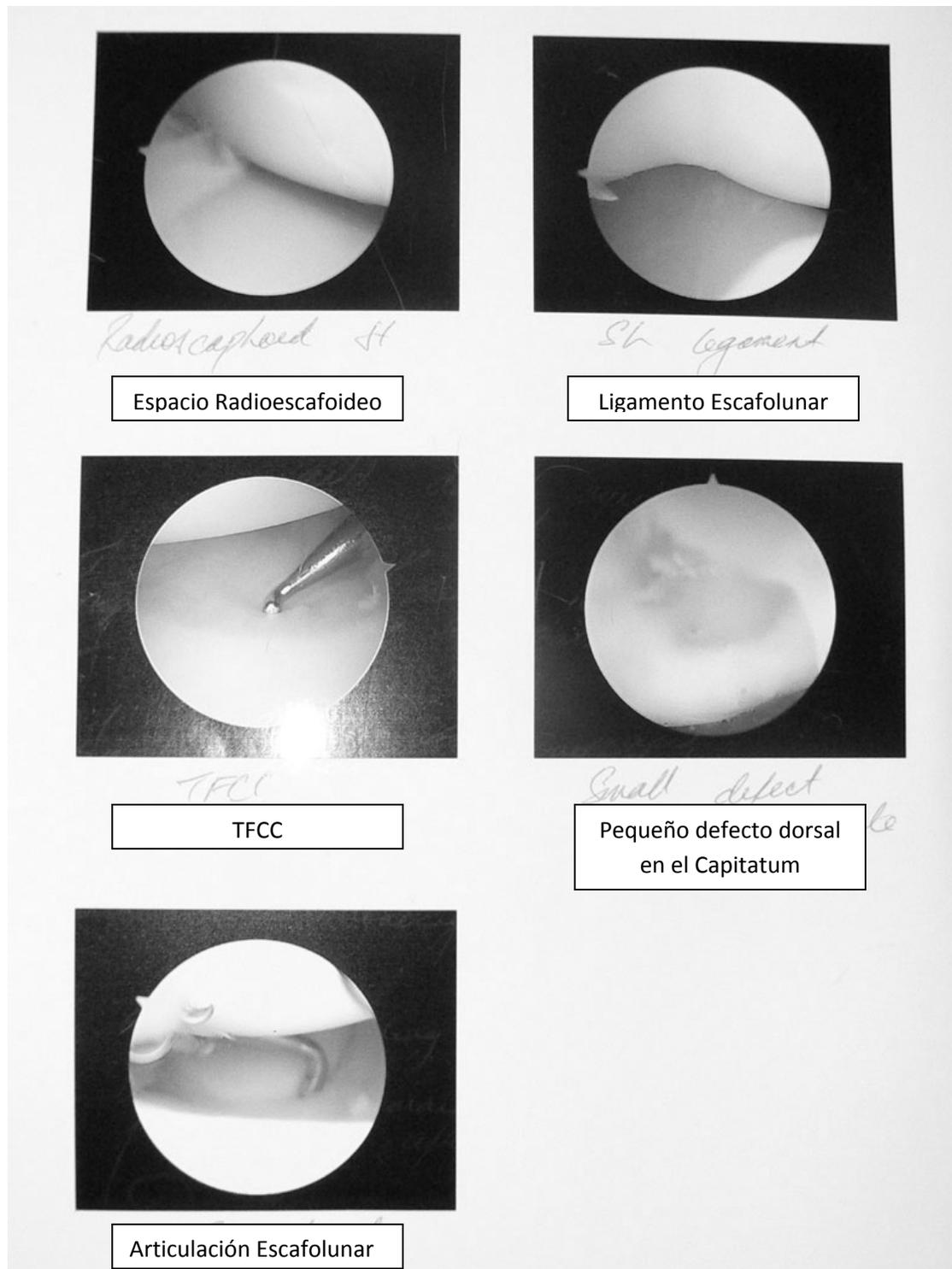


Figura 51. Fotografías transquirúrgicas durante una artroscopia de muñeca, ilustrando las diversas estructuras anatómicas identificadas con el procedimiento. (Imagen de tomada de Google.com)

Consideraciones especiales en hueso osteoporótico

Para abordar adecuadamente estos casos y evitar errores, es crítico ser cuidadoso en la evaluación radiográfica de una fractura osteoporótica del radio distal. Las radiografías prequirúrgicas deben obtenerse al momento de presentación y después de que sea realizada cualquier maniobra de reducción. Es importante obtener dichas radiografías sin ninguna férula de soporte de yeso. El hueso osteopénico es a menudo difícil de visualizar adecuadamente cuando se observa a través de una férula de yeso. Segundo, es importante un examen cuidadoso de las radiografías para determinar la presencia de líneas ocultas de fracturas, especialmente aquellas en la vecindad de la carilla lunar volar y del margen cortical dorsal. Si existe cualquier duda sobre una línea de fractura oculta, algunos autores creen prudente obtener una tomografía computada. Finalmente, las reconstrucciones en 3-D son a menudo útiles en la evaluación de la extensión y localización de la conminución. Estas medidas precautorias en la evaluación ayudan a la planificación prequirúrgica del abordaje, tácticas quirúrgicas y colocación de los implantes.

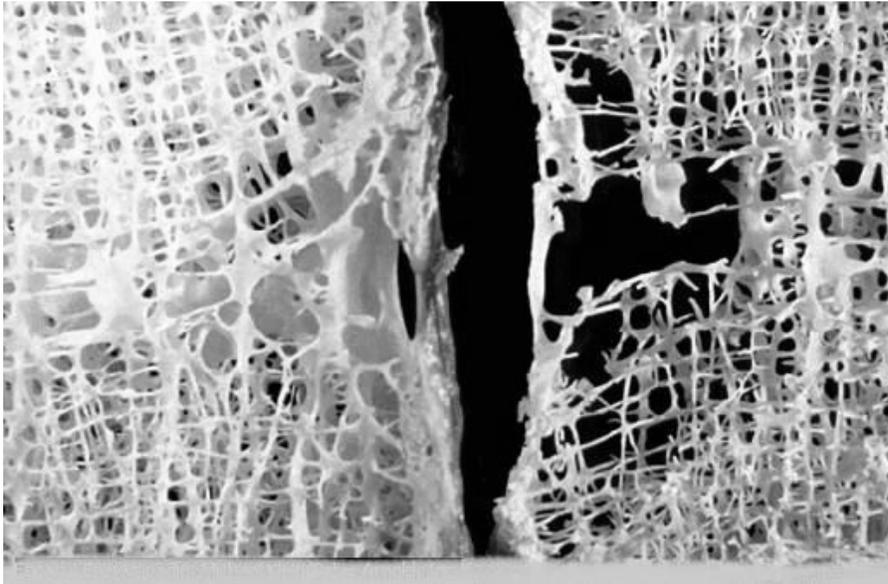


Figura 52. Corte anatomopatológico que muestra la diferencia en la densidad ósea entre hueso normal (izquierda) y osteoporótico (derecha). (Imagen de tomada de Google.com)

1.5 Epidemiología de las lesiones del radio distal y la muñeca.

La descripción original de Colles de las fracturas del radio distal tuvieron lugar con anterioridad a la notoriedad de Dickens como escritor y observador. Sin embargo, la descripción que hace Dickens de Londres nos es útil para entender el tipo de vida de la gente durante la época en que Colles visitaba pacientes. Dickens describió Londres y su entorno en términos no muy halagadores porque la vida en aquellos tiempos era realmente difícil. Uno de los biógrafos de Dickens describió el Londres del siglo XIX como el lugar donde más de la mitad de los funerales eran para niños menores de 10 años y la edad media de defunción entre la población trabajadora era de 22 años, en comparación con los 27 de la clase más acomodada. Indudablemente, durante el tiempo en que Colles trataba fracturas en Dublín, Irlanda, debía darse una situación similar. Por ello, las necesidades de los pacientes tratados por fracturas distales del radio, durante el tiempo en que Colles describió estas lesiones, fueron sin lugar a dudas diferentes de las que presentan los pacientes que actualmente son vistos por los cirujanos ortopedistas. Esto es importante no sólo para entender que las necesidades físicas de los pacientes eran diferentes, sino también para entender que el tipo de pacientes que se veían entonces y sus edades, en relación al posible inicio de osteoporosis, eran diferentes. Al mismo tiempo es obvio que la incidencia de lesiones provocadas por fuerzas de alta energía, frecuentes hoy día debido al uso de motos, motonetas, equipos de trabajo potentes, era escasa durante el tiempo de Colles.²

Las fracturas de radio distal se encuentran entre las fracturas más comunes de todo el cuerpo y de la extremidad torácica, y representan del 12-20% de todas las fracturas vistas en la sala de urgencias. Ocurren anualmente más de 450,000 en los Estados Unidos; desafortunadamente, en México no hay estadísticas confiables ni reales acerca de su incidencia.

Si tenemos en cuenta únicamente las fracturas del antebrazo, el 74.5% de éstas son fracturas de la metáfisis y/o epífisis distal del radio. El pico de edad más frecuente es entre 49-69 años, aunque también

ha aumentado su incidencia en edades comprendidas entre 40-59 años. Existe una distribución bimodal en la distribución de la edad de incidencia, con las poblaciones adolescente y anciana siendo las más afectadas.⁶⁰ Se estima que en las personas de raza blanca mayores de 50 años que viven en Europa o Estados Unidos el riesgo de sufrir una fractura del radio distal a lo largo de su vida es del 2% en los hombres y del 15% en las mujeres.²⁶ Estas fracturas ocurren más comúnmente en mujeres que en hombres, aumenta su frecuencia conforme aumenta la edad, casi en paralelo con el aumento en la incidencia de las fracturas de cadera y, como esta última, resulta más comúnmente por caídas de baja energía que por trauma de alta energía. Frecuentemente esto es atribuido a la disminución de la densidad ósea (**figura 53**).⁶¹

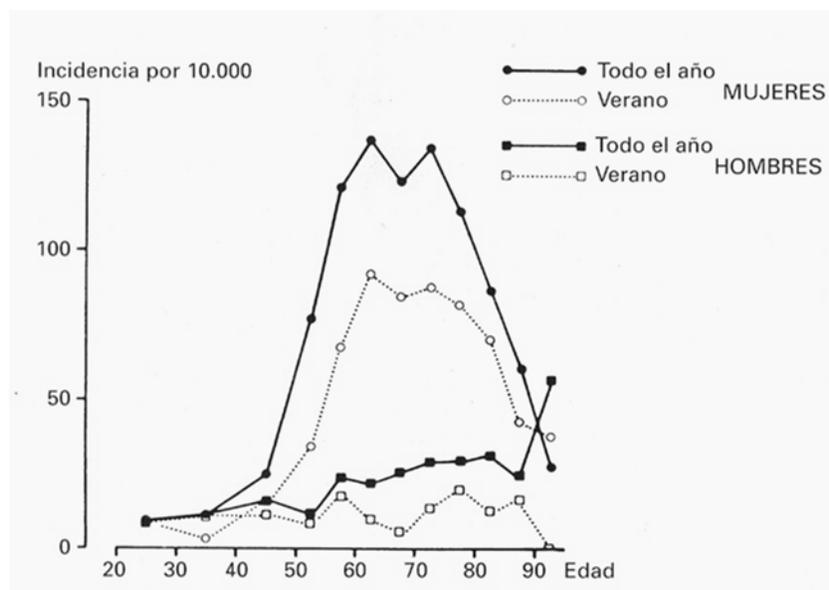


Figura 53. Diferencia en cuanto a frecuencia entre hombres y mujeres así como el aumento de la frecuencia en estas últimas en el periodo de la vida en que es habitual la incidencia de osteopenia. Además, existe una notable diferencia en cuanto a la frecuencia de fracturas en verano e invierno, probablemente atribuible al hecho de caminar de forma menos estable durante los meses de invierno.

(Falch JA. Epidemiología de las fracturas distales de brazo en Oslo, Noruega. *Acta Orthop Scand* 1983; 54(1-6):291-295)

Los factores de riesgo para fracturas del radio distal en los ancianos incluyen disminución en la densidad mineral ósea, sexo femenino, raza blanca, historia familiar y menopausia precoz. El tipo de fractura más frecuente sigue siendo la dorsal intraarticular. No se ha visto que haya una fractura tipo para cada grupo de edad.

El tratamiento estándar para la mayoría de las fracturas del radio distal sigue siendo la reducción cerrada y la inmovilización. El aumento en el conocimiento de los patrones de fracturas así como en los efectos a largo plazo de la mala unión intraarticular y extraarticular del radio distal ha llevado, sin embargo, a un abordaje más agresivo en el manejo. La intervención quirúrgica debe considerarse cuando no se puede conseguir o mantener por métodos cerrados.

La dificultad con la que se encuentra el cirujano ortopedista en cuanto a la recuperación de la funcionalidad hace que el problema de la mayor incidencia de esta patología sea más importante. La frecuencia de la incapacidad residual tras una fractura de Colles, informa que la misma estaba presente en algún grado en más del 90% de los pacientes. A pesar de los avances en las técnicas de fijación, los estudios siguen demostrando unos resultados discretos e incluso pobres tras el tratamiento. Por lo tanto, parece clara la continua y quizás creciente necesidad de una mayor precisión y predicción en cuanto al tratamiento de estas fracturas tan frecuentes y con una historia constante de resultados imperfectos.

1.6 Mecanismo de lesión en fracturas del radio distal.

Los mecanismos comunes vistos en pacientes jóvenes incluyen caídas de altura, accidente de vehículos automotores o lesiones obtenidas durante participaciones atléticas. En pacientes ancianos, las fracturas de radio distal pueden presentarse tras mecanismos de baja energía, tales como una simple caída desde su propia altura.

El mecanismo de lesión más común es una caída sobre una mano extendida, con la muñeca en dorsiflexión. Las fracturas del radio distal se producen cuando la dorsiflexión varía entre los 40 a 90° (**figuras 54 y 55**), con menor fuerza requerida a ángulos más agudos.

El radio inicialmente falla en tensión en el aspecto volar, con la fractura propagándose hacia dorsal, por lo que el momento de las fuerzas de flexión induce esfuerzos de compresión, resultando en conminución dorsal. La impactación del hueso esponjoso metafisario compromete aún más la estabilidad dorsal. Además, existen fuerzas cizallantes que influyen en el patrón de fractura, a menudo resultando en involucro articular (**figuras 56 a 60**).

Las lesiones por alta energía, por ejemplo trauma vehicular o caídas de gran altura, pueden resultar en fracturas de radio distal con mucho desplazamiento o gran conminución.

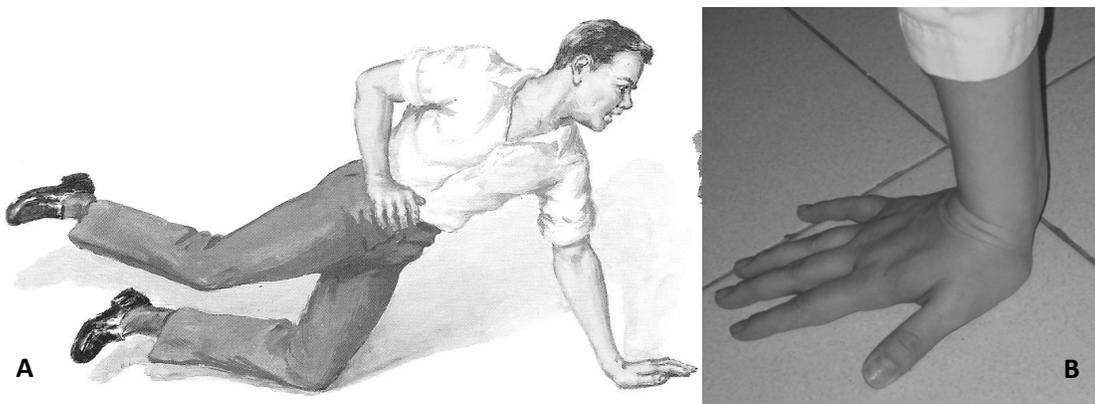


Figura 54. Mecanismo de lesión habitual de fracturas del radio distal. (A: imagen de Netter's Concise Atlas of Orthopaedic Anatomy (Netter Clinical Science) Jon C. Thompson. Saunders; 1st ed. 2001, B: fotografía tomada por el autor).

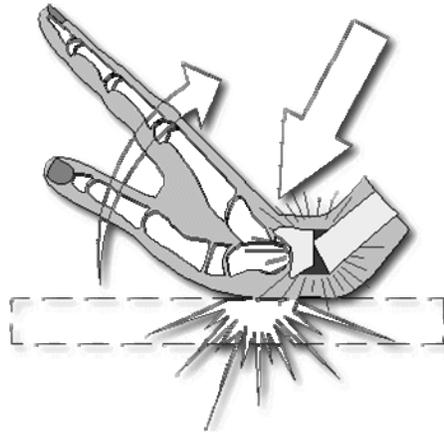


Figura 55. Mecanismo de lesión. Vectores de fuerza: existe una carga directa (flecha recta) sobre una superficie rígida, la cual opone resistencia en sentido opuesto (flecha curva). (Imagen tomada de Google.com)



Figura 56. En esta ilustración se muestra una fractura por extensión forzada de la muñeca, en donde el fragmento distal se desplaza hacia dorsal, presentando inclinación dorsal de la superficie articular radiocarpiana. Estas fracturas se conocen con los epónimos de Colles o Poteau, dependiendo del origen de los autores, y se describen con una deformidad en “dorso de tenedor”. (Imagen tomada de: <http://www.radiologyassistant.nl>).



Figura 57. En esta ilustración se muestra una fractura por flexión forzada de la muñeca, en donde el fragmento distal se desplaza hacia volar, y la inclinación volar aumenta. Estas fracturas se conocen comúnmente como fracturas de Smith, y se describen con una deformidad en “pala de jardinero”. (Imagen tomada de: <http://www.radiologyassistant.nl>).

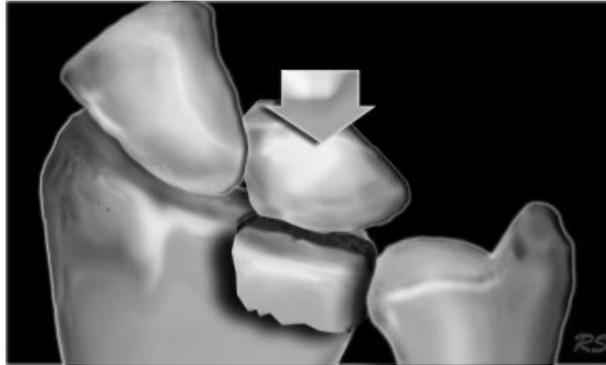


Figura 58. Esta figura muestra una fractura por *die-punch*, la cual, en este caso, es una fractura depresión (flecha) de la fosa lunar de la superficie articular del radio distal. Suele acompañarse de lesión ligamentaria entre el escafoides y el semilunar; y raramente se interrumpe la alineación normal entre el capitatum y hamatum.

(Imagen tomada de: <http://www.radiologyassistant.nl>).

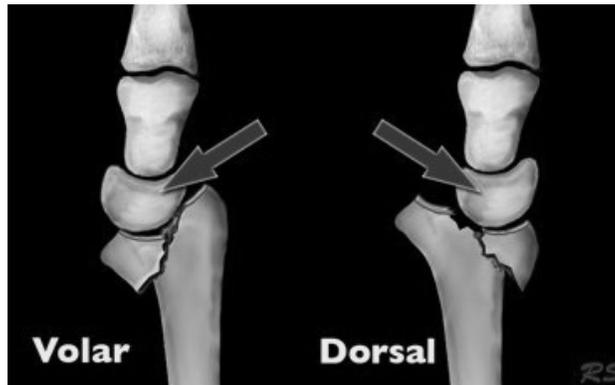


Figura 59. Fracturas por cizallamiento, conocidas con el epónimo de Barton y Barton inversa, respectivamente. Tienen desplazamiento articular en sentido longitudinal, son inestables y requieren por lo general tratamiento quirúrgico.

(Imagen tomada de: <http://www.radiologyassistant.nl>).



Figura 60. Acercamiento radiográfico en donde se muestra con flecha amarilla el choque del semilunar con la superficie articular ulnar en su borde radial, así como lesión de la fosa sigmoidea de la ARUD. El segmento metafisoepifisario del radio distal se observa multifragmentado, con pérdida de la inclinación y altura radiales.

(Imagen tomada de: <http://www.radiologyassistant.nl>).

1.7 Anatomía patológica en fracturas del radio distal.

- **Procesos de reparación de una fractura**⁶²

La pérdida de continuidad del tejido óseo no sólo lesiona a éste, sino que también a células, vasos sanguíneos, matriz ósea, tejidos blandos adyacentes incluyendo músculo y periostio. Los procesos reparativos se inician inmediatamente posteriores a la lesión. Estos procesos involucrados se dividen en tres fases: *inflamatoria*, *de reparación* y *de remodelación* (figura 61).

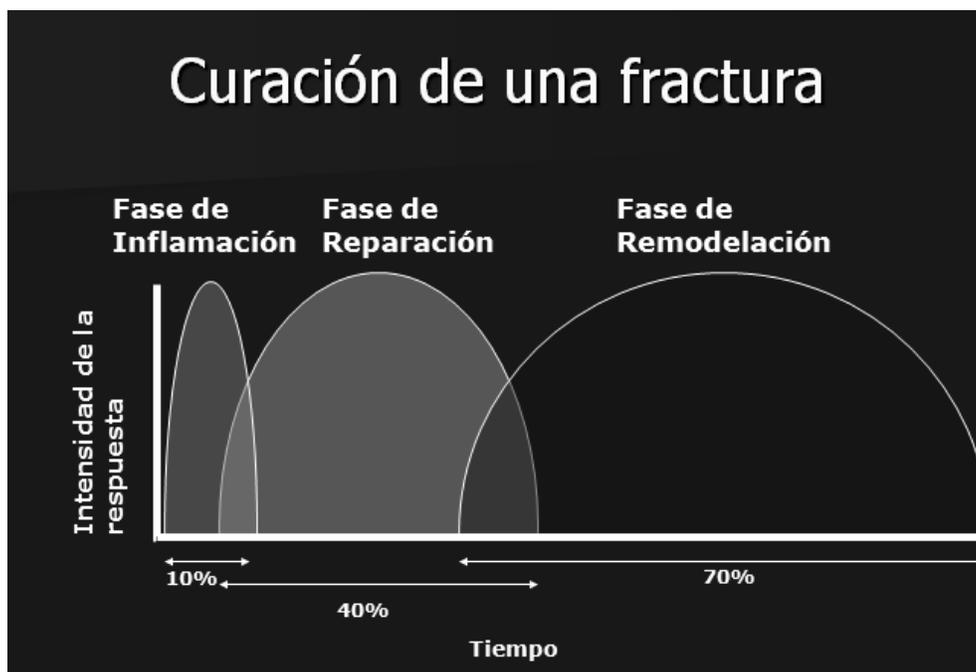


Figura 61. Gráfica que ilustra el solapamiento de las fases de curación de las fracturas y el porcentaje de duración en el tiempo de cada una de ellas. (Modificado de: Putnam MD, Seitz WH. Fracturas distales del radio. Cap 20, en: Bucholz RW. Rokwoods & Green's. Fracturas en el adulto).

Y también en seis etapas: 1) hematoma, 2) inflamatoria, 3) formación de tejido de granulación, 4) formación de callo blando y 5) callo duro, y 6) remodelación.

La duración de cada una de estas fases, y por lo tanto del proceso entero de consolidación ósea, depende de la edad, los estados de salud y nutricional previos del paciente, y la estabilidad de la fractura.

En la etapa inicial de formación de hematoma, este se acumula en el canal medular, entre los extremos fracturarios y el periostio elevado. La lesión provoca muerte celular de osteocitos por la interrupción del riego sanguíneo en los extremos fracturarios. A mayor daño de periostio, médula y tejidos blandos, se presenta mayor necrosis, que produce señales proinflamatorias.

Durante la etapa inflamatoria, que se da en las primeras 48 horas después de la fractura, aparecen células inflamatorias que secretan mediadores inflamatorios y quimiotácticos que favorecen la vascularización y reorganizan el hematoma.

En la etapa de reparación se reemplazan las células y matriz dañadas y perdidas. Durante esta fase se alcanza la máxima intensidad de requerimientos energéticos. Las células del callo proliferan y sintetizan gran cantidad de matriz nueva. La reparación es producida por viabilidad tisular, y no por fuerzas de tensión. Los factores estimulantes para la reparación son quimiotácticos, proteínas de matriz ósea, citoquinas y estímulos eléctricos, esto último ya que la electronegatividad en foco de fractura estimula la osteogénesis.

Mientras se lleva a cabo esta etapa, la cantidad y composición del tejido reparador, así como el ritmo de reparación varían según: 1) el sitio de producción de fractura: epífisis, metáfisis, cuerpo vertebral, etc. 2) la magnitud de la ruptura de tejidos blandos que rodean la fractura, 3) otras variables intrínsecas y extrínsecas y 4) la **estabilidad mecánica**.

Al inicio de la fase de remodelación los requerimientos energéticos disminuyen, en este momento se llevan a cabo procesos de osificación endocondral, formación de hueso intramembranoso, aumento de colágena tipo 1, fosfatasa alcalina y proteínas específicas de hueso, así como la mineralización de la matriz ósea.

- **Involucro articular de la fractura**

La presencia de incongruencia articular llevará toda fractura intraarticular a artrosis postraumática si se deja evolucionar sin tratamiento, esto es debido a que la desalineación axial altera la transmisión de la carga a través de la articulación, y es la causa de una rápida degeneración articular. La inestabilidad, bien sea la producida por la fractura o por la lesión intraarticular, conduce a la degeneración del cartílago, y es, asimismo, un factor determinante en el resultado final.

La reparación de una lesión del cartílago articular en el adulto, consecutivo a una fractura, depende de una reducción anatómica precoz, fijación rígida y movilización precoz. La reducción anatómica y la fijación con compresión interfragmentaria de una fractura intraarticular, seguida de movilización continua, puede conducir a una curación con verdadero cartílago hialino.

Cuanto más se retrase la reducción quirúrgica y la estabilización de una fractura articular, más difícil y peor será la curación del cartílago lesionado y más probable que se produzca una degeneración posterior. La lesión del cartílago hialino sin fractura del hueso subcondral no produce respuesta inflamatoria, debido a su ausencia de vascularización y, por lo tanto, no se repara espontáneamente. En un traumatismo articular, todavía no se ha determinado el efecto que tiene a largo plazo una lesión cartilaginosa aislada. En modelos animales experimentales, parece haber poca tolerancia a la alteración de la morfología articular. Esto se ha confirmado en estudios clínicos en humanos, que han demostrado que los resultados funcionales y radiográficos finales dependen de la reducción anatómica y de la movilización articular activa precoz. Por otra parte, la reducción anatómica y la fijación estable pueden dar resultados excelentes y duraderos.⁶³

- **Lesiones que agravan el pronóstico de las fracturas del radio distal**

Las fracturas extraarticulares constituyen la presentación más benigna de las fracturas del radio distal, en las que la reducción cerrada con una alineación correcta de los fragmentos suele ser suficiente para conseguir una curación sin secuelas. Sin embargo, la presencia de trazos intraarticulares agrava el pronóstico de recuperación y aumenta el riesgo de secuelas y complicaciones si no son tomadas en cuenta ni tratadas. A continuación enunciaremos los criterios de gravedad de la fractura más importantes.

Escalón articular (*step off*): Es el criterio intraarticular más importante (**figura 62**). Según Jupiter⁶⁴ hay congruencia articular cuando existe un escalón articular de 0 ó 1 *mm*. Por el contrario, incongruencia articular es cuando ese escalón es de 2 *mm* o más.

No se han encontrado pruebas de artrosis postraumática cuando las fracturas se curan con una congruencia anatómica de la articulación o con un escalón articular menor de 1 *mm*. Sin embargo, más del 90% de las muñecas se curan con cualquier grado de escalón articular, y en el 100% de las fracturas con incongruencia articular de 2 *mm* o mayor, se desarrolla una artrosis radiocarpiana, radioulnar distal y malos resultados funcionales en un tiempo medio de 6 a 7 años.

En opinión de algunos autores existe correlación entre artrosis postraumática y escalón articular, pero no creen que esto a su vez se relacione con un resultado funcional negativo.⁶⁵ Pero lo cierto es que hay un consenso claro en que el principal objetivo del tratamiento es el de la correcta restauración de la integridad de la superficie articular para obtener unos resultados funcionales aceptables⁶⁶ y que un escalón articular mayor a 2 *mm* es una indicación adecuada para la reconstrucción quirúrgica.⁶⁷

Vacío articular (*gap*): En determinadas fracturas, el grado de conminución en el foco puede provocar un “vacío esponjoso o articular” (**figura 62**). Este signo radiológico traduce inestabilidad y solicita fijación añadida o relleno de injerto, de otro modo se puede manifestar con un desplazamiento secundario en base a la falta de sustento y/o consolidación.⁶⁶

La superficie articular del radio distal es muy difícil de valorar en una radiografía simple de muñeca, ya sea anteroposterior o lateral. La medición del escalón articular y del vacío descritos por Catalano y cols⁶⁸ en estas proyecciones sí se puede realizar, pero su exactitud y reproducibilidad puede ser cuestionada. Ello es debido a que la superficie articular del radio no es perpendicular a ninguna de las dos proyecciones estándar. Por ello, se aconseja realizar una TAC en todas las fracturas en las que se sospeche un escalón articular cuyo conocimiento ha mejorado considerablemente desde su aparición.

A lo largo de la historia cada autor ha dado distinta importancia a unos parámetros y a otros, aunque la mayoría utilizan la angulación dorsal, el acortamiento radial y el desplazamiento radial. En este sentido Van der Linden y Ericsson⁶⁹ demuestran en su estudio prospectivo con 250 pacientes cómo se puede predecir el desplazamiento posterior de una fractura de radio distal con solo dos mediciones: la angulación dorsal y el ensanchamiento o desplazamiento radial, pues los demás índices van implícitos en estos.

Los estudios⁷⁰ que han analizado la correlación existente entre los resultados clínicos y anatómicos demuestran en la mayor parte de los casos que las fracturas que consolidan en mala posición presentan peores resultados clínicos, tanto funcionales como estéticos. Sin embargo, la correlación entre resultados radiológicos y funcionales no es siempre perfecta. Hay pacientes que tienen un buen resultado funcional a pesar de tener un mal resultado anatómico y viceversa. A pesar de lo cual, la información disponible indica que el objetivo del tratamiento debe ser lograr un buen resultado anatómico siempre que sea posible, que consistirá en la corrección de los cuatro parámetros de

Gartland y Werley,⁷¹ restaurar la inclinación volar normal del radio distal , su longitud, desplazamiento radial y en el caso de las fracturas intraarticulares la reducción precisa de la superficie articular para evitar la artrosis postraumática, ya que en éstas, los dos parámetros anteriores no son críticos para unos buenos resultados a largo plazo.

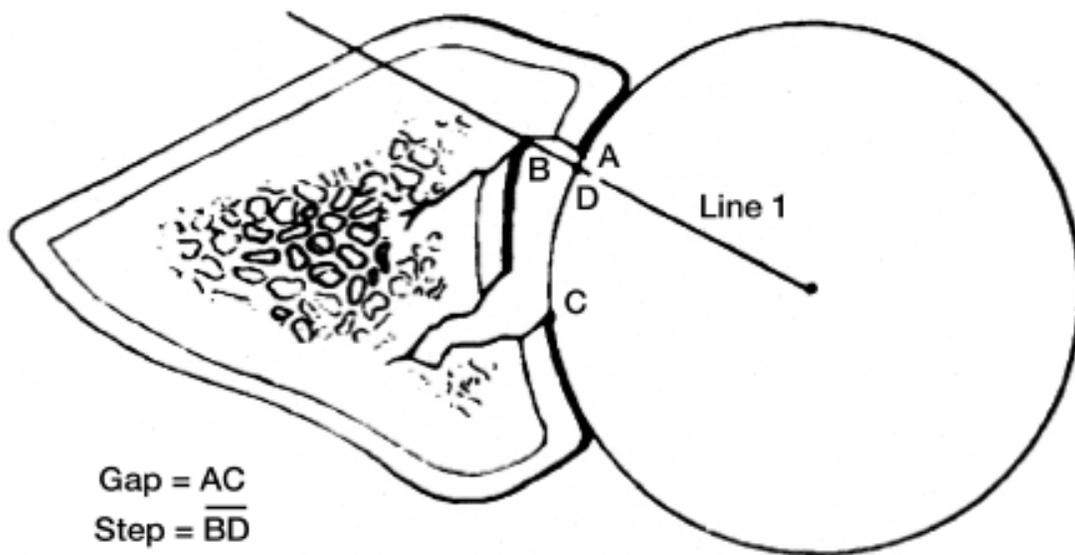


Figura 62. Esquema que muestra el escalón articular (gap = AC) y el vacío articular (step = BD) en las fracturas del radio distal.

(Serrano De La Cruz Fernández, MJ. Fracturas distales de radio. Clasificación. Tratamiento conservador. Rev Esp Cir Osteoarticular. 2008;236(46):141-154).

- **Alteración de la articulación radioulnar distal**

En la muñeca normal, la integridad de dicha articulación se mantiene por el fibrocartílago triangular, el cual discurre desde el margen distal de la fosa ulnar del radio a la base de la estiloides ulnar.⁷¹

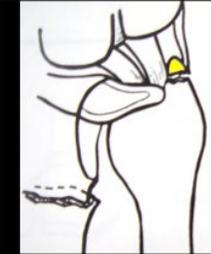
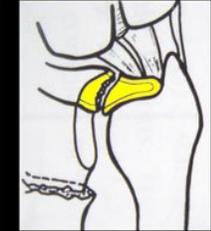
En una fractura de metáfisis distal de radio la rotura de la porción distal del radio impactada y desplazada a dorsal (estira o fuerza al máximo el fibrocartílago) debido al desplazamiento volar de la cabeza ulnar. Dos factores ayudan a prevenir la ruptura de este ligamento en esta lesión.

El primero es la avulsión posteromedial del fragmento distal del radio que contiene la fosa lunar, donde se ancla la inserción de base del fibrocartílago triangular. El segundo factor es la avulsión de la base de la estiloides ulnar que ancla la otra inserción del fibrocartílago triangular.

Ambos tipos de fractura dan lugar a la subluxación de la ARUD. La ruptura del fibrocartílago puede diagnosticarse cuando la integridad de la ARUD se pierde y ninguno de estos tipos de fractura ha ocurrido.

En las fracturas distales del radio, las lesiones de las partes blandas son casi tan importantes como la valoración de la propia fractura; estas lesiones pueden condicionar su tratamiento inicial. La **Tabla 1** muestra una clasificación pronóstica de las lesiones asociadas de la ARUD, junto con el tratamiento recomendado de éstas. Los parámetros de la clasificación se basan sobre todo en la estabilidad de la ARUD y en la presencia o no de incongruencia articular. La rotura de los ligamentos intercarpianos asociada a la fractura debe evaluarse de forma precisa, puesto que coexiste tanto en fractura intraarticulares como extraarticulares. La lesiones de los ligamentos palmares extrínsecos acompañan siempre a las fracturas-luxaciones radiocarpianas. La rotura del ligamento escafolunar se produce en las fracturas de estiloides radial desplazadas que involucran la cresta entre el escafoides y el lunatum. La

rotura del ligamento escafolunar se produce en el 30% de las fracturas distales del radio y la del lunotriquetal en el 15%.

Tabla 1. Clasificación Pronóstica de las Lesiones Asociadas de la ARUD.					
	Anatomía patológica de la lesión		Afectación superficie articular	Pronóstico	Tratamiento recomendado
Tipo I Estable: tras la reducción, la ARUD permanece congruente y estable			No	Bueno	A+B Rehabilitación funcional Ejercicios de pronosupinación Nota: las fracturas inestables extraarticulares metafisarias o metafisodiafisarias de la ulna requieren una fijación estable
Tipo II Inestable: luxación o subluxación de la cabeza ulnar			No	Inestabilidad crónica Limitación dolorosa de la supinación su no se reduce Posible artrosis degenerativa tardía	A Tratamiento cerrado Reducción de la subluxación, férula en "U" en 45° de supinación durante 4-6 semanas A+B Tratamiento quirúrgico Reparación del TFCC o fijación de la estiloides ulnar con cerclaje, inmovilización de la muñeca y el codo en supinación (yeso) o solidarizar la ulna y el radio con agujas de Kirschner y yeso antebraquial
Tipo III Potencialmente inestable: posible subluxación			Si	Subluxación dorsal con fragmento <i>die-punch</i> dorsal desplazado o fragmento dorsoulnar Riesgo de artrosis degenerativa precoz y gran limitación de la rotación del antebrazo si no se reduce	A Reducción anatómica de los fragmentos palmar y dorsal de la fosa sigmoidea. Si persiste una tendencia a la subluxación, inmovilizar como las lesiones tipo II B tratamiento rehabilitador funcional para favorecer la remodelación de la cabeza ulnar Si persiste dolor en la ARUD: resección ulnar parcial, Darrach o Sauvé-Kapandji en un futuro.

Las fracturas muy desplazadas pueden provocar inicialmente neuropatía compresiva del nervio mediano.

Si la reducción cerrada inicial es satisfactoria, estas fracturas deben ser observadas durante 48 horas; si los síntomas persisten, debe realizarse la descompresión del túnel carpiano y estabilizarse de forma adecuada con el método menos invasivo posible.

1.8 Inestabilidad en fracturas del radio distal.

La inestabilidad se define como la **incapacidad de una fractura a resistir el desplazamiento después de que se ha manipulado a una posición anatómica**. La definición de inestabilidad absoluta ha variado, con pobre consenso en los criterios específicos.

Cooney et al⁷² consideraron estas fracturas ampliamente desplazadas con conminución dorsal extensa, angulación dorsal mayor a 20° o involucro extenso intraarticular para tener una oportunidad significativa de desplazamiento posterior a la reducción. Weber extendió este concepto para incluir fracturas con conminución dorsal que se extiende volar al plano medioaxial del radio en la radiografía lateral. Abbaszadegan et al⁷³ sugirieron que la inestabilidad está presente si las radiografías iniciales revelan más de 4mm de acortamiento radial.

Lafontaine et al⁷⁴ sugirieron 5 factores que indicaron inestabilidad, los cuáles se enuncian en el **cuadro 1**.

Cuadro 1. Criterios de Inestabilidad Según Lafontaine⁷⁴
1) Angulación dorsal inicial mayor a 20°
2) Conminución dorsal,
3) Involucro radiocarpal intraarticular,
4) Fracturas ulnares asociadas, y
5) Edad mayor de 60 años.

El estudio de Lafontaine concluye que **las fracturas que se presentan con tres o más factores de gravedad se relacionaron con pérdida de posición a pesar de la inmovilización con yeso**. Muchos cirujanos ortopedistas siguen hoy las guías establecidas por Lafontaine et al, en la presencia de una fractura de radio distal con tres o más factores de gravedad realizan intervención quirúrgica temprana.

Una alternativa a la cirugía es obtener una reducción cerrada adecuada y realizar un seguimiento estrecho al paciente con radiografías seriadas, con la cirugía recomendada para fracturas irreductibles, o para aquellas en las que un resultado aceptable no puede mantenerse por sólo una férula (**cuadro 2**).

Los mismos autores⁷⁴ consideraron una reducción cerrada inicial inaceptable: fracturas con una pérdida mayor de 2mm de longitud radial, cambio en la inclinación radial mayor de 5°, pérdida de la angulación palmar de más de 10° (cualquier extensión mayor a neutral o de 0°), o más de 1mm de escalón articular.

También establecieron estadísticamente que **el riesgo de desplazamiento secundario aumenta con el incremento de la edad del paciente**. La combinación más común de factores de riesgo presente en pacientes que mantuvieron una reducción aceptable a las 4 semanas fue conminución dorsal, fracturas ulnares asociadas y fracturas radiocarpales intraarticulares (26%).

La importancia de la edad en predecir inestabilidad de una fractura de radio distal puede deberse al hecho de que la calidad ósea disminuye con la edad. Así, el grupo para el cual la cirugía inmediata se recomienda a menudo para acelerar la recuperación funcional –pacientes jóvenes- fue el de menor probabilidad de desplazarse a una posición radiográficamente inaceptable después de la reducción cerrada. El grupo en el que la cirugía a menudo se difiere por objetivos funcionales presumiblemente inferiores –los pacientes ancianos- fueron los más propensos a desplazarse. Estos resultados sugieren que más pacientes jóvenes se pueden tratar conservadoramente, mientras que más pacientes ancianos podrán requerir cirugía.

Cuadro 2. Signos Radiológicos que Pueden Indicar Posible Fracaso de Tratamiento Ortopédico con Férula o Yeso Tras Reducción Cerrada^{75,76} en Fracturas Inestables.

Conminución dorsal >50% de la altura del radio
Conminución metafisaria volar
Desviación angular dorsal inicial superior a 20°
Desplazamiento inicial mayor de 1cm (traslación del fragmento)
Acortamiento inicial por encima de 5mm
Afectación intraarticular
Fractura de ulna asociada
Gran osteoporosis

Nesbitt et al. realizaron una evaluación de los factores de inestabilidad en fracturas de radio distal en adultos.⁷⁷ El objetivo del estudio fue evaluar el resultado radiográfico de las fracturas de radio inestables, tratadas con reducción cerrada y ferulización con pinza de azúcar antebraquipalmar.

Cincuenta pacientes con tres o más factores de inestabilidad descritos por Lafontaine fueron tratados por tracción con trampas digitales, reducción cerrada y ferulización con pinza de azúcar. Se evaluó radiográficamente la angulación inicial, inclinación radial, altura radial y la inclinación palmar al momento de la lesión, después de la reducción, y a la 1ª, 2ª y 4ª semanas después de la reducción. La fractura ya sea que mantuvo una reducción adecuada o falló en mantener una reducción adecuada y mostró desplazamiento secundario basado en criterios específicos.

A las cuatro semanas después de la reducción, el 46% de estas fracturas distales de radio inestables mantuvieron una reducción adecuada. Del 54% de las fracturas que fallaron en mantener una reducción adecuada, la edad fue el único valor predictivo estadísticamente significativo de desplazamiento secundario. Después de obtener una reducción cerrada inicial aceptable, pacientes de 58 años de edad se hallaron en un 50% de riesgo de desplazamiento secundario. Se encontró un aumento en el riesgo de desplazamiento a un resultado radiográficamente inaceptable a mayor edad, y una disminución a menor edad.

Se concluyó en el estudio que **en el manejo cerrado de estas fracturas potencialmente inestables, la edad fue el único factor significativamente estadístico en predecir el desplazamiento secundario y la inestabilidad.** Estos datos ayudan a guiar el tratamiento por reducción cerrada e inmovilización con rayos X seriados o por estabilización quirúrgica.

1.9 Hallazgos físicos en fracturas del radio distal.⁷⁸

Los pacientes típicamente se presentan con una deformidad variable en la muñeca y desplazamiento de la mano en relación con la muñeca [dorsal en fracturas de Colles o Barton dorsales (**figura 63**) y volar en fracturas de Smith (**figura 64**)]. La muñeca típicamente se encuentra edematizada con presencia o no de equimosis, dolor y crepitación a la palpación; los arcos de movilidad estarán limitados por dolor. Se deben buscar heridas que sugieran la posibilidad de una fractura expuesta (**figura 65**). Codo y hombro ipsilaterales deben ser explorados en busca de lesiones asociadas.

Se debe realizar una evaluación neurovascular cuidadosa, con una atención particular a la función del nervio mediano. Son comunes los síntomas de compresión del túnel del carpo (13% a 23%) debido a distracción durante la extensión forzada de la muñeca, trauma directo perpetrado por los fragmentos fracturarios, formación de hematoma o aumento en la presión compartimental.



Figura 63. Fracturas de radio distal con deformidad dorsal, en “dorso de tenedor”, llamada de Colles.

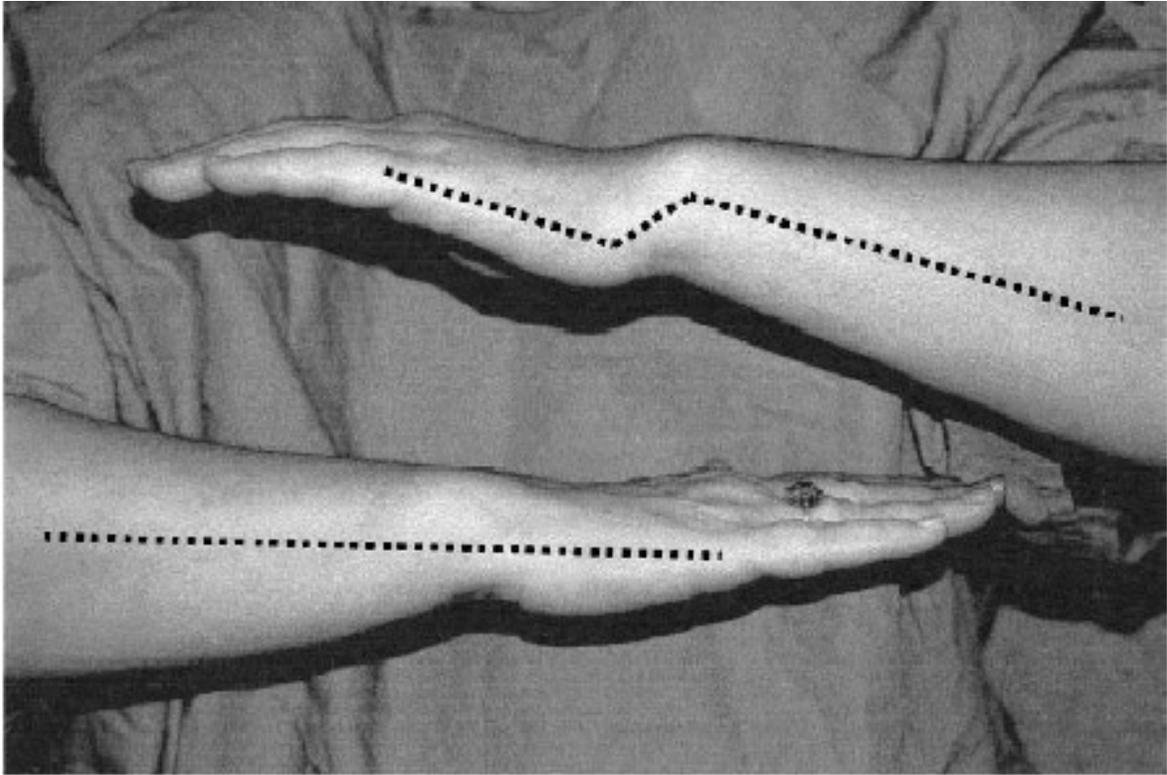


Figura 64. Fractura de radio distal con deformidad volar, en “pala de jardinero”, llamada de Smith.



Figura 65. Fracturas de radio distal asociadas a lesión de tejidos blandos.

1.10 Clasificaciones en fracturas del radio distal.

Un buen sistema de clasificación debe tener tres características: describir las fracturas (tipo y gravedad de las mismas) tener un valor predictivo de la evolución, es decir, establecer un pronóstico, y orientar hacia el tratamiento.⁷⁹ Además, la clasificación debe facilitar la comunicación entre diferentes personas que la usen como comparación, y tener la menor variabilidad inter e intraobservador posible.^{ix} Son tantos los tipos de fracturas distales de radio que continuamente se está intentando organizar esta multiplicidad y elaborar una clasificación lo más lógica y simple que se pueda.

Las clasificaciones publicadas son numerosas, pero ninguna es universal ni permite resolver todos los problemas. Algunas se basan en el tipo de traumatismo o mecanismo de lesión, otras en la anatomía de los trazos de fractura y su extensión articular, las hay que tienen en cuenta la dirección e importancia del desplazamiento o se basan en los resultados clínicos o radiológicos de los diversos tratamientos quirúrgicos u ortopédicos. Todos los autores reconocen una diferencia fundamental en el mecanismo y el tratamiento entre las fracturas con inclinación palmar y las fracturas con inclinación dorsal, que son las más frecuentes. La dificultad aparece cuando se trata de elegir una de las múltiples clasificaciones de las fracturas con inclinación dorsal. En las series publicadas, la gran variedad de clasificaciones utilizadas dificulta la comprensión y comparación del resultado final obtenido.⁸⁰ Desafortunadamente, mientras no exista consenso en cuanto a una clasificación, tratamiento y evaluación de los resultados, es difícil la comparación de los datos aportados por los distintos autores con la adecuada fiabilidad.

^{ix} La variabilidad se refiere a la falla del observador en medir o identificar un fenómeno de forma exacta, lo cual resulta en un error. El origen de este error puede ser debido a que el observador pase por alto una anomalía, o a una técnica deficiente resultando en una medición incorrecta de la prueba, o a la interpretación errónea de los datos.

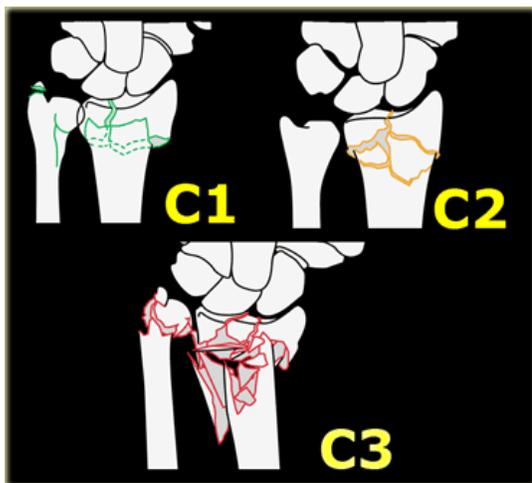
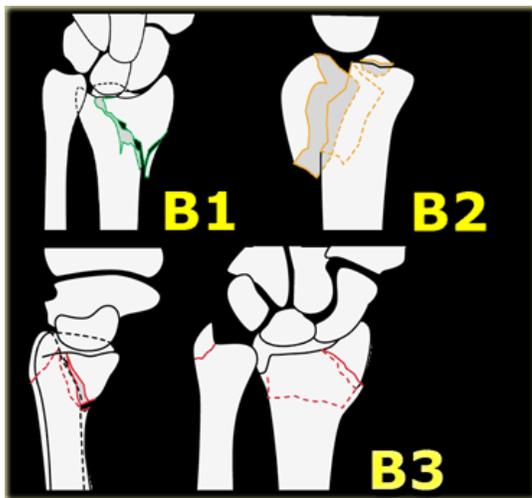
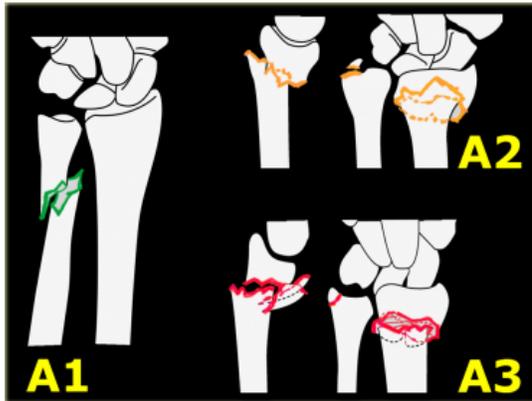
Dos variedades son la **variación interobservador** (la cantidad en que los observadores varían entre ellos cuando reportan el mismo material); por ejemplo, un médico puede calificar consistentemente al paciente en un nivel mayor de riesgo que otros médicos; y la **variación intraobservador** (la cantidad en que un observador varía entre sus descripciones cuando reporta más de una vez el mismo material).

A pesar de las posibilidades que ofrecen las clasificaciones mencionadas con anterioridad, en uno de los autores despertó un interés en tratar de clasificar las fracturas del radio distal en función del mecanismo de lesión. Como cirujanos, no sólo nos enfrentamos con una lesión ósea sino también con toda la patología traumática de las partes blandas que se asocia con estas lesiones (ligamentos, tendones, nervios y heridas abiertas) así como con las complicaciones tardías especialmente aquellas que afectan a la articulación radiocarpiana, y quizás de forma más importante a la ARUD. Por este motivo se trató de incluir en un sistema de clasificación la posible incidencia de lesiones asociadas, en orden de gravedad de la lesión.

Se han realizado diferentes estudios que analizan la consistencia de la clasificación AO del radio distal así como la variabilidad intra e interobservador de las clasificaciones de *Frykman*, *Melone*, *Mayo* y AO. Se observa un índice aceptable de acuerdo entre observadores en los tipos principales de la clasificación de AO en ambos estudios pero resultó más difícil al subdividir los diferentes tipos en grupos y subgrupos. La concordancia interobservador es moderada en la clasificación de *Mayo* y regular en la de *Frykman*, *Melone* y AO. Ambos estudios concluyen que en la forma de presentación de estas clasificaciones existe una falta de predicción del resultado final y capacidad para poder comparar resultados entre diferentes estudios.

En las siguientes páginas enunciaremos las distintas clasificaciones utilizadas en fracturas del radio distal.

CLASIFICACIÓN AO /ASIF⁸¹



La clasificación del grupo AO/ASIF (1986-1990) clasifica las fracturas de cualquier segmento óseo en:

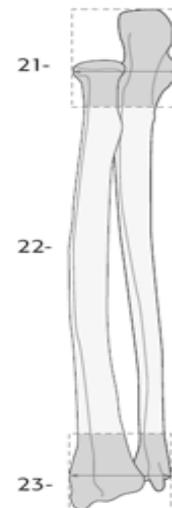
- 3 tipos
- 3 grupos
- 3 subgrupos

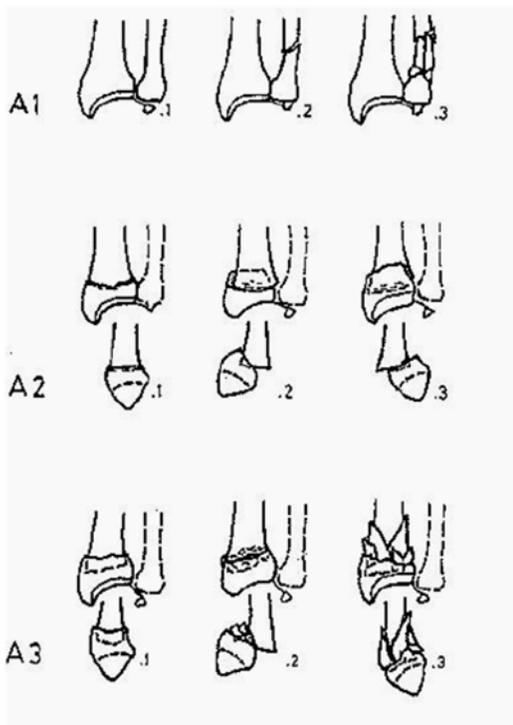
Esta clasificación se basa en un orden ascendente de gravedad, el cual ayuda en decidir el tratamiento óptimo y en fijar un pronóstico. Se expresa con una codificación alfanumérica, en donde los primeros dos números ayudan a localizar anatómicamente la fractura: uno para el hueso y otro para su segmento

Tenemos 4 huesos largos:

- 1= Húmero, 2= Radio/Ulna,
- 3= Fémur y 4= Tibia/Peroné

Los segmentos proximal y distal se definen mediante un cuadrado llamado de *Urs Heim*, cuyos lados tienen la misma longitud que la parte más ancha de la epífisis. Siendo la de radio distal el número 23, como lo muestra la siguiente imagen:





Metáfisis y epífisis constituyen un mismo segmento porque la morfología de la fractura en la metáfisis influirá en el tipo de tratamiento y en el pronóstico de la fractura articular. Y estas se dividen en:

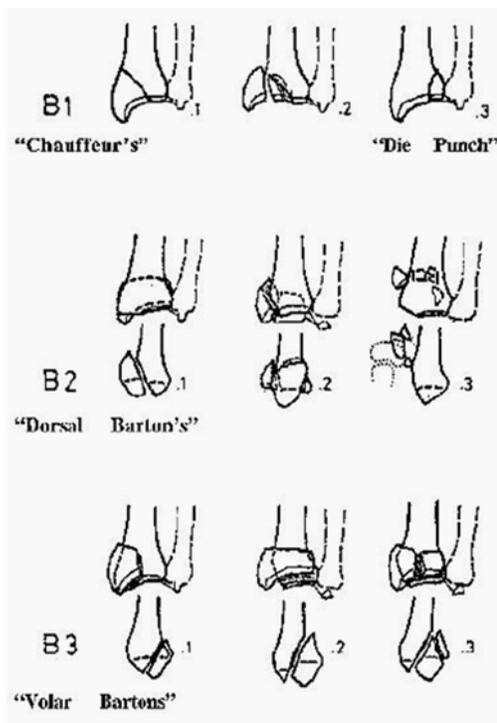
A. Extraarticulares:

Son fracturas sin afectación de la radiocarpiana ni de la radioulnar.

A1, es una fractura extraarticular de la ulna sin afectación del radio;

A2, es una fractura extraarticular del radio simple e impactada;

A3, fractura no articular del radio con múltiples fragmentos.



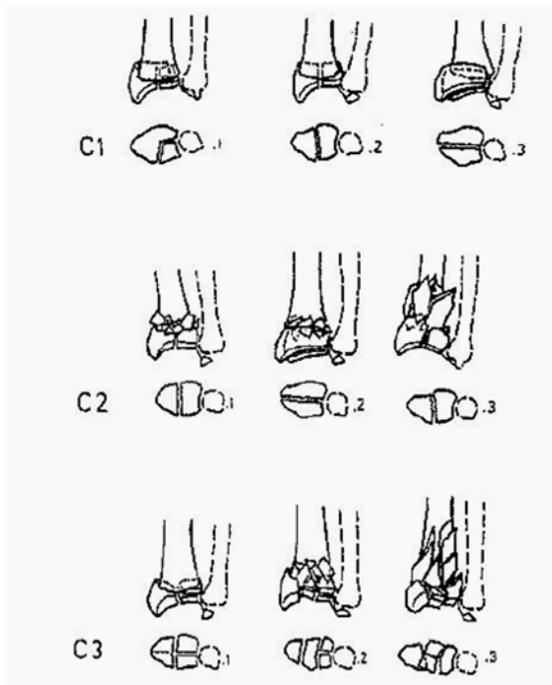
B. Parcial articular:

Existe una afectación parcial de la articulación donde existe continuidad entre la metáfisis y la epífisis.

B1, fractura articular parcial del radio, sagital;

B2, fractura articular parcial del radio con afectación del margen dorsal (Barton);

B3, fractura articular parcial del radio con afectación del margen volar (Barton inverso, Goyrand-Smith II).



C. Fracturas articulares completas:

Son fracturas que afectan a las superficies articulares (radioulnar y/o radiocarpiana) y el área metafisaria.

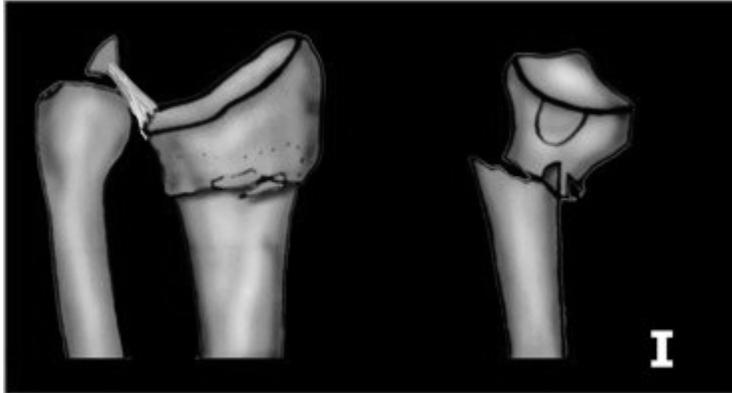
C1, fractura completa articular del radio articular y metafisaria simple;

C2, fractura completa articular del radio articular y metafisaria multifragmentaria;

C3, fractura completa articular del radio multifragmentaria.

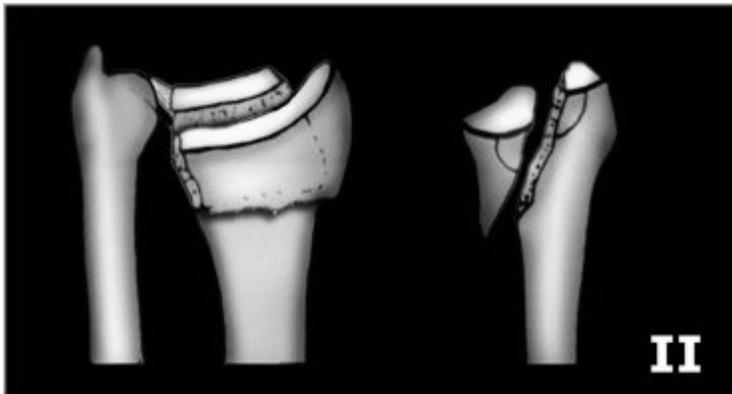
Se ha reportado que el sistema de clasificación AO para radio distal tiene baja reproducibilidad y validez interobservador, especialmente para la categorización de los grupos AO (C1, C2, y C3) y los subgrupos C1.1 hasta C3.3)

CLASIFICACIÓN DE FERNANDEZ

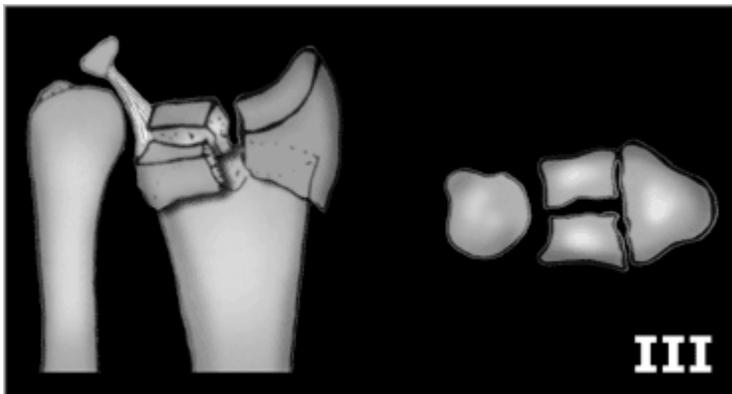


Es un sistema de clasificación basado en el mecanismo de lesión (1996). Contempla la presencia de lesiones ligamentarias, subluxaciones y fracturas de los huesos del carpo vecinas asociadas, así como daños blandos simultáneos de partes blandas. Facilita las maniobras de reducción.

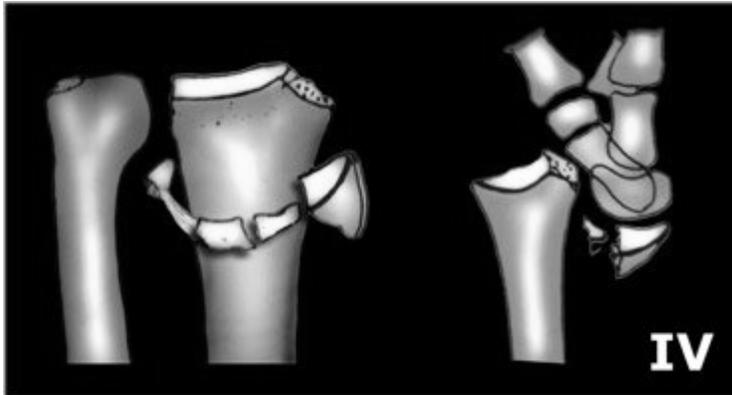
Tipo I: Fractura por flexión metafisaria con los problemas inherentes de pérdida de la inclinación palmar y acortamiento radial relativo a la ulna (lesión de la ARUD)



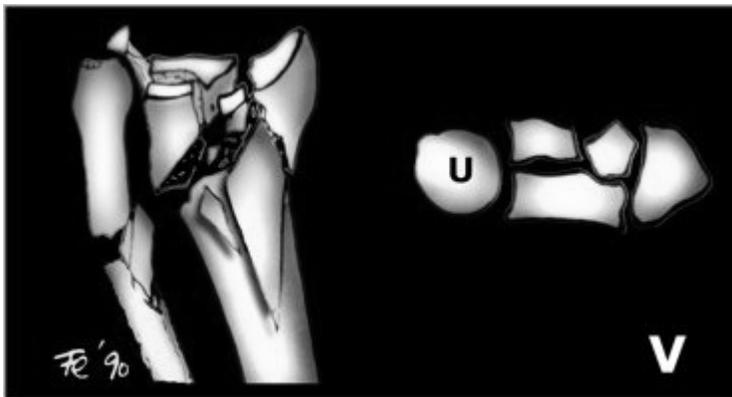
Tipo II: Fractura por cizallamiento que requiere reducción y a menudo requerirá un contrafuerte para el segmento articular



Tipo III: Compresión de la superficie articular *sin la fragmentación característica*; también el potencial de una lesión significativa de ligamentos interóseos

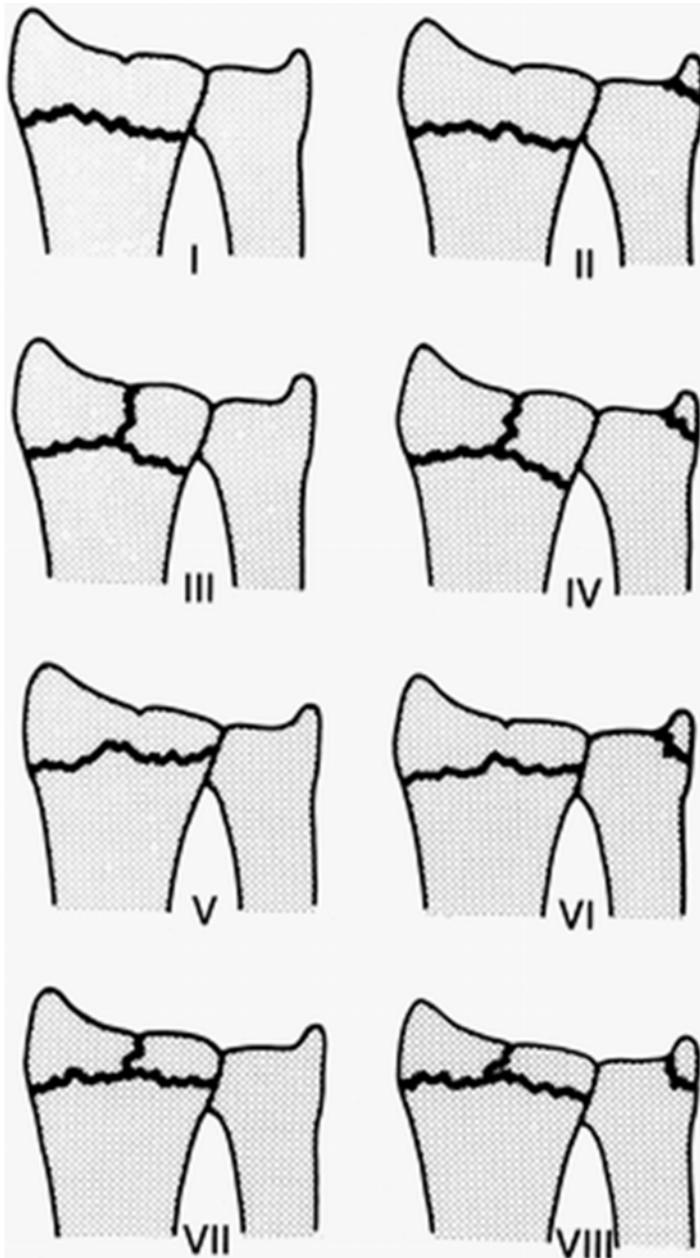


Tipo IV: Fractura avulsión o
fractura-luxación
radiocarpal



Tipo V: Lesión combinada con una
significativa lesión de
tejidos blandos debido a
lesiones de alta energía

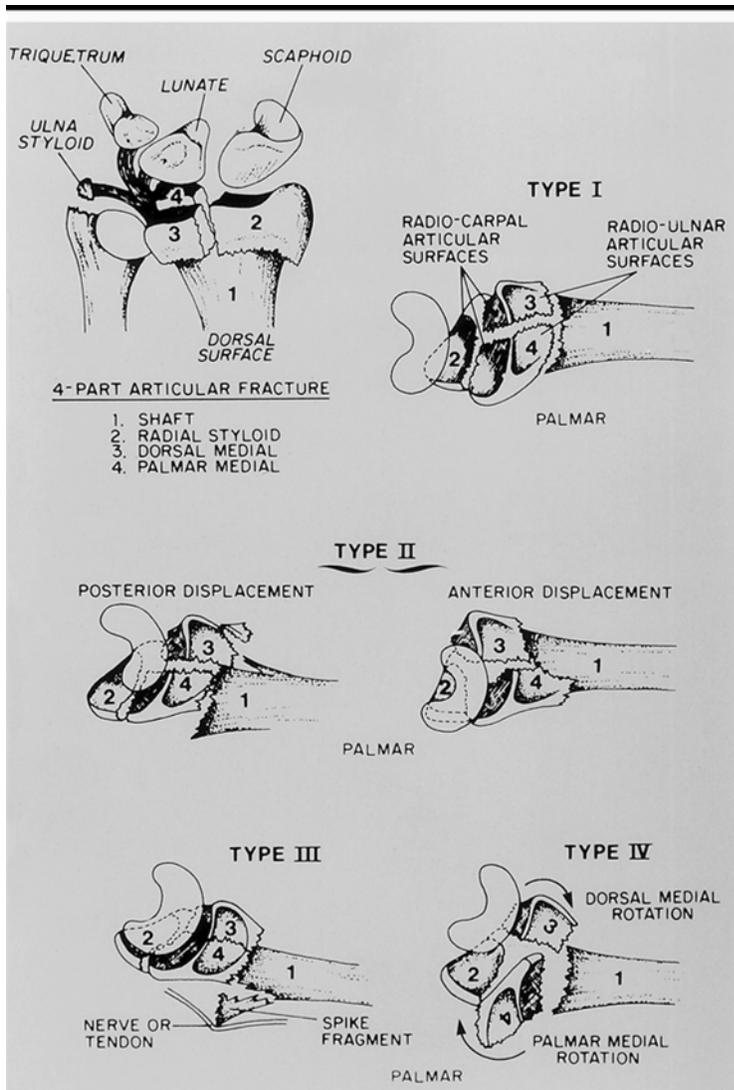
CLASIFICACIÓN DE FRYKMAN



La clasificación de Frykman (1967) de fracturas del radio distal articulares y extraarticulares, con o sin involucro de la estiloides ulnar:

- Tipo I:** Fractura metafisaria simple
- Tipo II:** Fractura metafisaria simple + fractura de estiloides ulnar
- Tipo III:** Fractura metafisaria con extensión articular radiocarpal
- Tipo IV:** Fractura metafisaria con extensión articular radiocarpal + fractura de estiloides ulnar
- Tipo V:** Fractura metafisaria con extensión ARUD
- Tipo VI:** Fractura metafisaria con extensión ARUD + fractura de estiloides ulnar
- Tipo VII:** Fractura metafisaria con extensión radiocarpal y ARUD
- Tipo VIII:** Fractura metafisaria con extensión radiocarpal y ARUD + fractura de estiloides ulnar

CLASIFICACIÓN DE MELONE



Clasificación de Melone de Fracturas Intraarticulares (1984).

Divide el radio distal en cuatro componentes del radio distal:

1. Diáfisis
2. Estiloides radial
3. Carilla articular dorsal y medial
4. Faceta volar y medial

Trata de focalizar la gran importancia del estado de la carilla articular medial (semilunar) del radio distal (complejo medial) en las fracturas distales del radio.

Tipo I: Estable, sin conminución

Tipo II: Inestable *die-punch*, dorsal o volar

IIA: Reducible

IIB: Irreducible

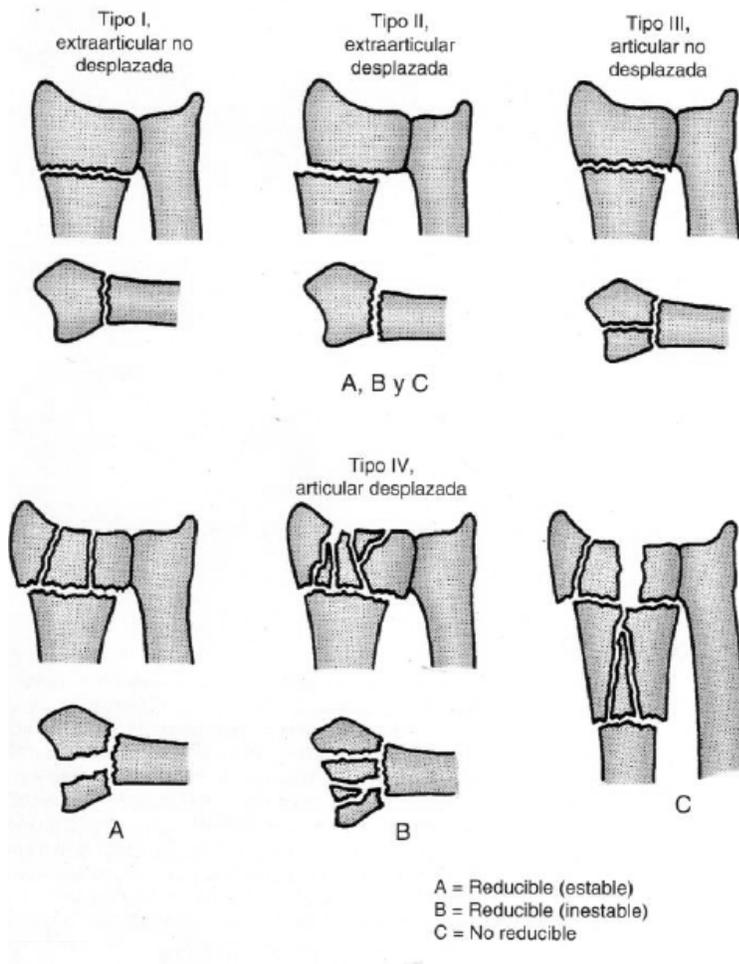
Tipo III: Fractura en pico; estructuras volares contundidas

Tipo IV: Fractura separada; complejo medial fracturado con fragmentos dorsal y volar desplazados de forma separada

Tipo V: Fractura explosión; conminución severa con lesión importante de los tejidos blandos

CLASIFICACIÓN DE RAYHACK

John Rayhack (1990) presenta un sistema de clasificación sencillo aunque completo en el que diferencia entre las fracturas articulares y extraarticulares y estable o inestables.



Tipo I: Extraarticular, no desplazada.

Tipo II: Extraarticular, desplazada.

Tipo III: Articular, no desplazada.

Tipo IV: Fractura articular, desplazada.

a: Reducible (estable)

b: Reducible (inestable)

c: No reducible

CLASIFICACIÓN DE LA CLÍNICA MAYO

Extraarticular
• No desplazada
• Desplazada
— Estable
— Inestable

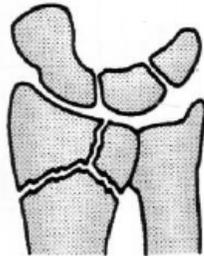


Tipo I

Intraarticular
• No desplazada
• Desplazada (reducible)
• Desplazada (irreducible)
• Compleja



Tipo II



Tipo III



Tipo IV

El sistema de clasificación creado y utilizado en la Clínica Mayo es similar a la clasificación de Rayhack. En ambas clasificaciones se subclasifican las fracturas del tipo I al IV en función de la reductibilidad de las mismas con *ligamentotaxis* (fijación externa).

Extraarticular:

Tipo I:

- No desplazada
- Desplazada
 - Estable
 - Inestable

Intraarticular:

- No desplazada
- Desplazada (reducible)
- Desplazada (irreducible)
- Compleja

Tipo II:

Articulación radioescafoidea

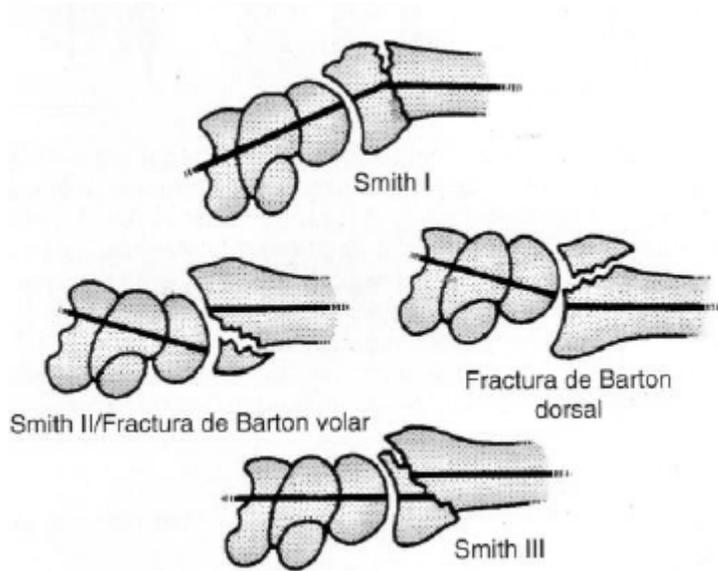
Tipo III:

Articulación radiolunar

Tipo IV:

Radioescafolunar

CLASIFICACIÓN DE THOMAS DE LAS FRACTURAS DE SMITH



La clasificación de Thomas para las fracturas de Smith:

Tipo I: Fractura extraarticular con angulación palmar y desplazamiento del fragmento distal.

Tipo II: Fractura intraarticular con desplazamiento volar y proximal de la extremidad distal del radio junto con el carpo.

Tipo III: Fractura extraarticular con desplazamiento volar del fragmento distal y del carpo (En estas fracturas el trazo es más oblicuo que en el tipo I).

Funcionalidad, dominancia y destreza.

- **Funcionalidad**

Se refiere al conjunto de características que hacen que algo sea práctico y utilitario. La evaluación funcional como parte de la valoración integral del paciente, para muchos, es la parte principal y la más importante. Se entiende por funcionalidad como la capacidad del sujeto de realizar las actividades de la vida diaria. Por ejemplo, la presencia del compromiso funcional prácticamente no existe en los jóvenes sanos; en cambio, el compromiso de la funcionalidad en la persona mayor de 65 años puede estar presente en el 5% y en mayores de 80 años hasta en 50% o más.⁹ En pacientes con alguna lesión traumática la funcionalidad se ve alterada, comprometiendo sus actividades diarias.

- **Lateralidad y dominancia**

Podemos definir la lateralidad como la consecuencia de la distribución de funciones que se establece entre los dos hemisferios cerebrales. De dicha distribución depende la utilización preferente de un lado o el otro del cuerpo (derecho o izquierdo) para ejecutar determinadas respuestas o acciones.

La lateralidad es una función compleja que se deriva de la organización binaria del Sistema Nervioso. De hecho, gran parte del cuerpo se articula de forma doble: ojos, oídos, orejas, pulmones, riñones, etc. El cerebro humano igualmente dispone de dos estructuras hemisféricas especializadas y que son las responsables de controlar todo el complejo sistema dual, integrando la diferente información sensorial, permitiendo orientación espacial y temporal, así como permitiendo la interpretación eficiente del entorno.

A su vez, los hemisferios presentan lateralización cortical, es decir, especialización en ciertas funciones cognitivas. Tradicionalmente se ha asociado el hemisferio izquierdo con la zona que procesa de forma

verbal, lógica, secuencial. Por su parte el hemisferio derecho es más intuitivo, menos racional, global, creativo, más capaz con las relaciones espaciales y el procesamiento simultáneo de la información.

La asociación lateralidad-lateralización hemisférica sigue siendo muy controvertida debido a que, si bien, la sensibilidad corporal y la motricidad de las partes derecha e izquierda del cuerpo están directamente relacionadas con el hemisferio contralateral, no sucede lo mismo con la visión y la audición donde cada receptor envía información simultánea a ambos hemisferios. Además el cuerpo caloso proporciona una vía de conexión interhemisférica facilitando la comunicación entre ambos.

Una lateralidad bien establecida es un factor facilitador de los diferentes aprendizajes a partir de los cuatro o cinco años de edad.

Normalmente se diferencian cuatro tipos de preferencia o dominancia:

- Dominancia manual es la preferencia o mayor facilidad para utilizar una de las manos (derecha o izquierda) para ejecutar acciones como coger objetos o escribir.
- La dominancia podal nos indica el pie dominante para efectuar acciones como patear una pelota, mantenerse en pie con sólo una pierna, etc.
- Dominancia ocular se refiere a que aunque los dos ojos son necesarios para configurar una imagen correcta, hay uno que se prefiere para mirar por un telescopio o apuntar con una escopeta, se trata del ojo dominante.
- Finalmente la dominancia auditiva se refiere a la preferencia o tendencia a escuchar más por un oído que por el otro, por ejemplo, al coger un auricular, un teléfono móvil.

Lateralidad homogénea es cuando mano, pie, ojo y oído ofrecen una dominancia en el mismo lado ya sea en el lado derecho o izquierdo. La lateralidad cruzada es cuando existe una lateralidad distinta de la manual para pies, ojos u oídos (por ejemplo mano derecha dominante con dominio del ojo izquierdo). En

estos casos también se habla de “asimetría funcional”. La lateralidad cruzada mano-ojo, ha sido una de las más estudiadas y con frecuencia es sinónimo de problemas en el aprendizaje, en especial en los procesos de lectura y escritura.

En ocasiones se utiliza el concepto de lateralidad contrariada para expresar que el niño ha invertido en algún o algunos miembros su tendencia natural (por ejemplo, un niño zurdo al que se le ha forzado a aprender a escribir con la mano derecha).

Hay también otras posibilidades como la denominada lateralidad mixta que se utiliza para designar a aquellos individuos que presentan heterogeneidad en alguna o todas las lateralidades (p. ej. algunas actividades se realizan con una mano y otras con la contraria), también el ambidextrismo que señala a aquellos sujetos que son igualmente hábiles con cualquiera de las dos partes del cuerpo (derecha-izquierda) para efectuar algunas actividades.

- **Destreza**

La palabra destreza se construye al hacer sustantivo el adjetivo *diestro*. Una persona diestra en el sentido estricto de la palabra es una persona cuyo dominio reside en el uso de la mano derecha. *Diestro* tiene también la acepción de referirse a toda persona que manipula objetos con gran habilidad.

Antiguamente se creía que el lado derecho tenía relación con Dios, y el izquierdo con el Diablo. En algunas lenguas romances, como el italiano, se mantiene todavía el vocablo *siniestro* para el zurdo.

La destreza es la habilidad o arte con el cual se realiza una determinada cosa, trabajo o actividad. Especialmente, la destreza está vinculada a trabajos físicos o manuales.

La principal misión de las destrezas es lograr el mejoramiento de las cualidades físicas del sujeto, tales como la resistencia, la fuerza, la velocidad, la flexibilidad y elasticidad, equilibrio y agilidad. Los ejercicios que conformarán la destreza física deberán ser escogidos de acuerdo a determinadas características como pueden ser la constancia, la respuesta del organismo, la cantidad, la intensidad y la recuperación, entre otras.

- **Resultados enfocados al paciente y calidad de vida relacionada a la salud.**

Los resultados que más importan a los pacientes, como dolor, funcionalidad o calidad de vida no pueden evaluarse con valores radiográficos o mecánicos. Muchas de las preguntas subjetivas que los investigadores evalúan en estudios de reparación de fractura (por ejemplo, dolor en el sitio de fractura o capacidad de caminar o soportar peso) se aproximan someramente al mismo concepto. El evaluar la calidad de vida relacionada a la salud está muy enfatizado en la investigación de resultados clínicos, tras lo que existe un gran número de instrumentos disponibles para ensayos clínicos sobre reparación de fracturas.

Existen tres clases de instrumentos de medición de calidad de vida relacionada a la salud. Los instrumentos de salud general cuestionan sobre un espectro de dominios que comprenden salud física y mental. Los instrumentos mejor conocidos en esta clase, como la **forma corta-36** (*Short Form-36*),⁸² tienden a ser ampliamente validadas y permiten la comparación entre pacientes con una gran variedad de condiciones médicas; sin embargo, frecuentemente carecen de sensibilidad para detectar pequeños cambios funcionales que pueden afectarse por un procedimiento ortopédico. Los instrumentos específicos de enfermedad, o específicos de región corporal, tal como el **DASH** (*Disability of the Arm, Shoulder and Hand*),⁸³ tienden a ser más sensibles a cambios en discapacidad, dolor, o funcionalidad de una extremidad o región corporal cuando se compara con instrumentos de salud general y deben, por lo

tanto, acompañarse de medidas generales en la evaluación de resultados de intervenciones ortopédicas. La tercera clase de instrumentos de medición; los ejemplos incluyen el **EuroQol-5D (EQ-5D)**⁸⁴ y el **Health Utilities Index** (sin traducción al español).⁸⁵ El objetivo de tales instrumentos es cuantificar una evaluación del paciente de su estatus de salud en una escala de cero a uno. El resultado de este tipo de evaluación es particularmente útil para análisis de costo-utilidad y costo-efectividad. Cada una de estas mediciones puede dar información importante a los investigadores y debe seleccionarse en base con sus respectivos atributos, propiedades psicométricas y la pregunta de investigación.

- **Sistemas de Puntaje Basados en el Médico**

El **Mayo Wrist Score**^{86,87,88} (puntaje de muñeca de la clínica Mayo) es un sistema de estadiaje de muñeca comúnmente usado. Este índice divide 100 puntos de la evaluación del médico en dolor (25 puntos), arcos activos de flexoextensión como porcentaje del sitio opuesto (25 puntos), fuerza de prensión (promedio de 3 intentos en un dinamómetro con el codo a 90° de flexión y el antebrazo en rotación neutral y rápidamente alternándose de la mano lesionada a la sana) como porcentaje del sitio opuesto (25 puntos), y la capacidad de regresar al empleo o actividades regulares (25 puntos). El dolor se califica como ninguno (25 puntos), leve (20), moderado (10), o severo (0) por el evaluador, basado en la descripción subjetiva de su dolor. La puntuación total varía de 0 a 100 puntos con los puntajes altos indicando un mejor resultado. Los rangos categóricos son asignados como sigue: 90 a 100 puntos es excelente, 80 a 89 es bueno, 65 a 79 puntos es un resultado aceptable, y un puntaje menor de 65 puntos se considera pobre.

La modificación de Sarmiento⁸⁹ de la **Escala de Gartland y Werley** es un sistema de puntaje demeritorio que combina factores subjetivos y objetivos, todos los cuales se califican por el evaluador y no por el paciente. El evaluador califica dolor, rigidez y limitación en una escala de 0 a 6 en donde 6 es el peor

resultado. El evaluador también califica deformidad, de nuevo sobre una base de 6 puntos. Las evaluaciones objetivas de rango de movilidad, dolor en la ARUD y fuerza de puño suman 17 puntos. Complicaciones tales como artritis, artritis dolorosa y disfunción nerviosa suman otros 23 puntos. El puntaje total tiene un rango de 0 a 52 puntos con menor puntaje indicando mejor función. Los rangos categóricos se dividen como siguen: 0-2 puntos es excelente, 3-8 puntos es bueno, 9-20 puntos es aceptable, y un puntaje mayor de 21 puntos es considerado como pobre.

- **Sistemas de Puntaje Basados en el Paciente**

Uno de los instrumentos correctamente validados es el cuestionario DASH, acrónimo para la frase en inglés ***Disabilities of Arm, Shoulder and Hand***. Este cuestionario fue desarrollado por la Academia Americana de Cirujanos Ortopedistas (*American Academy of Orthopaedic Surgeons*, AAOS) en colaboración con el Consejo de Sociedades de Especialidades Musculoesqueléticas (*Council of Musculoskeletal Specialty Societies*, COMSS) y el Instituto para el Trabajo y la Salud (*Institute for Work and Health*, IWH) en 1996,²⁹ como un instrumento específico para los resultados de las extremidades superiores y es aplicable a una gran variedad de problemas. El DASH es un cuestionario de treinta preguntas diseñado para medir temas relacionados a la función de los miembros torácicos, veintiuna evalúan dificultad con tareas específicas, cinco evalúan síntomas (*dos*, dolor; *una*, hipoestesia; *una*, rigidez; y *una*, debilidad), y cada una de las siguientes evalúa función social, función laboral, sueño y confianza. Este cuestionario está diseñado para medir la incapacidad física y síntomas en una población heterogénea que incluye tanto hombres como mujeres; personas que tienen demandas altas, medias o bajas sobre sus miembros torácicos durante las actividades diarias (trabajo, auto cuidado, recreación); y gente con una variedad de trastornos del miembro torácico. Para evaluar correctamente el cuestionario se pide a los pacientes que contesten todas las secciones y respondan basados en su capacidad para

realizar actividades en la última semana. Por lo menos veintisiete de los treinta reactivos deben de completarse para el cálculo. Los valores asignados se suman y dividen por el número de preguntas contestadas. Este valor se transforma en una escala que va de 0 a 100, al sustraer 1 y multiplicarlo por 25, según la siguiente fórmula:

$$DASH = \frac{\{(suma\ de\ n\ respuestas) - 1\} \times 25}{n} = \frac{\text{número de total de respuestas}}{\text{contestadas por los pacientes.}}$$

Con los puntajes mayores indicando una peor función de extremidad superior. El cambio mínimo detectable del DASH es 12.7 puntos, para ser estadísticamente significativo en un intervalo de confianza de 95%. La diferencia mínima clínicamente importante es de 15 puntos; esto representa el cambio necesario en la escala para ser considerado clínicamente significativo.

- **Evaluación del dolor**

La escala del dolor cuantitativa para dolor, a los pacientes se les pide completar una escala de 5 puntos de **Likert** que va de 1 indicando sin dolor, hasta 5 indicando dolor severo.⁹⁰

1.11 Biomecánica de implantes aplicada al radio distal.

- **Propiedades mecánicas en el tejido óseo de reparación.**

Siguiendo con la idea de la función de la estructura ósea, cada fase de curación de la fractura, también llamada consolidación, tiene un diferente tipo de tejido que también tendrá propiedades mecánicas diferentes resultantes del mismo. Existe un gran cambio en el número de parámetros tisulares durante la consolidación. Por ejemplo, la hidroxiprolina, un constituyente de la colágena tipo I aumenta dos veces. Además, la cantidad de tejido mineralizado en el sitio de fractura aumenta significativamente. De los parámetros estructurales que se han relacionado con la rigidez y fuerza de la fractura, parece que el tamaño del callo está pobremente relacionado. Más bien, es la conectividad de los fragmentos óseos a través de la fractura y la cantidad de material lo que parece correlacionarse con la rigidez y fuerza totales de la fractura.

Schaffler y Burr encontraron una relación estadísticamente significativa entre el grado de mineralización y rigidez del hueso cortical (**figura 66**).

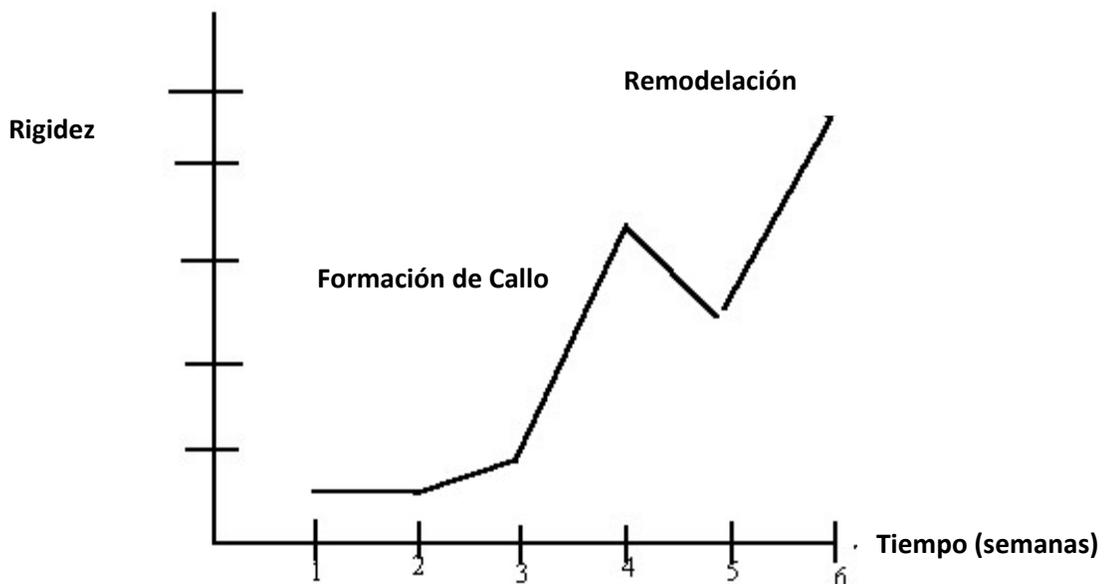


Figura 66. Gráfica que ilustra la relación del tiempo versus la rigidez en el sitio de fractura durante la consolidación.

El periodo de tiempo se observa en pocas semanas, debido a que estas mediciones fueron realizadas en ratas, cuyos huesos curan muy rápido. El primer ascenso en rigidez coincide con la formación de callo y el aumento en mineralización del tejido de granulación; después de esto, se nota una caída en la misma. Dicho descenso ocurre al inicio del periodo de remodelación donde el hueso es primero resorbido por los osteoclastos y luego reemplazado por osteoblastos. Conforme la remodelación se completa y se deposita el hueso secundario, la rigidez aumenta una vez más.

Un estudio clásico por White et al.⁹¹ caracterizó las propiedades mecánicas del tejido de curación de la fractura en 4 etapas, enunciadas en la **tabla 2**:

Tabla 2. Propiedades Mecánicas del Tejido de Curación de una Fractura.⁹¹		
Etapa 1:	El hueso falla a través del sitio original de la fractura; tiene baja rigidez similar a la rigidez de los tejidos blandos.	El sitio de fractura tiene baja rigidez y fuerza.
Etapa 2:	El hueso falla a través del sitio original de la fractura, pero la rigidez es más similar al tejido mineralizado.	La fractura tiene una rigidez ósea normal, pero fuerza baja.
Etapa 3:	El hueso falla parcialmente a través del sitio original y parcialmente a través del hueso alrededor.	El sitio de fractura tiene una rigidez ósea normal y fuerza media.
Etapa 4:	El sitio de falla no se relaciona a la fractura original.	El sitio de fractura tiene rigidez y fuerza óseas normales.

Cuando estas etapas se ven con respecto al tipo de tejido, podemos ver relaciones funcionales estructurales. En la etapa 1, tenemos primeramente tejido fibroso de granulación y posiblemente cartílago en los estadios iniciales de la osteogénesis. En la etapa 2, se empieza a tener hueso inmaduro o reticular.^x Dado que tenemos un gran callo, se tendrá una rigidez del callo cercana a la normal de la

^x Se pueden identificar dos tipos de hueso microscópicamente, de acuerdo al patrón de colágena que forma al osteoide (tejido de soporte formado por colágena tipo I embebida en un gel de glucosaminglicanos):

- 1) Hueso inmaduro o reticular (en inglés, *woven*), caracterizado por una organización al azar de las fibras de colágena, siendo mecánicamente débil.
- 2) Hueso laminar (en inglés, *lamellar*) que tiene una alineación paralela de la colágena en capas (láminas) y es mecánicamente fuerte.

masa. Sin embargo, el hueso inmaduro no tiene la fuerza del hueso laminar. En la etapa 3, tenemos una mezcla de hueso laminar e inmaduro que aumenta el total de la fuerza. Finalmente, en la etapa 4, tenemos el hueso completamente remodelado con rigidez y fuerza ósea normales.

- **Efectos mecánicos de la curación de la fractura: Teoría.**

Por muchos años se ha postulado la premisa de que la deformación mecánica y el movimiento pueden afectar el curso de la curación de la fractura. En la década de los 60's se descubrió que la fijación rígida de un sitio de fractura puede llegar a la curación ósea haversiana directa sin formación de un callo intermedio. Este tipo de curación se llama consolidación primaria, mientras que la consolidación en la que se forma un callo se llama consolidación secundaria.

Aunque el concepto de que la mecánica puede afectar la consolidación de la fractura tiene tiempo de haberse establecido, la evidencia directa o una teoría matemática que relacione la mecánica a la curación de la fractura no ha sido rigurosamente explorada. Las dos teorías principales relacionadas al estímulo mecánico y a la consolidación de las fracturas son, una, hecha por Perren y, otra, por Blenman y Carter. La de Perren se llama teoría de la tensión interfragmentaria. Esto postula cambios en el tejido en el sitio de fractura relacionada a las magnitudes de la tensión en el sitio de fractura. Perren teorizó que la magnitud de la tensión interfragmentaria debe determinar la diferenciación subsecuente del tejido en el

El hueso inmaduro se produce cuando los osteoblastos producen osteoide rápidamente, lo cual ocurre inicialmente en todos los huesos fetales, aunque más tarde es reemplazado por hueso laminar más resistente. En adultos, el hueso inmaduro se crea después de una fractura o en la enfermedad de Paget. El hueso inmaduro es más débil, con un menor número de fibras de colágeno orientadas al azar, pero se forma rápidamente; se le llama woven por su apariencia de matriz fibrosa parecida a un tipo de hilado textil. Es rápidamente reemplazado por hueso laminar, el cual está organizado en capas concéntricas con una menor proporción de osteocitos con respecto al tejido adyacente. El hueso laminar, que hace su primera aparición en el feto durante el tercer trimestre, es más fuerte y está lleno de muchas fibras de colágeno paralelas a otras fibras, en la misma capa (estas columnas paralelas son llamadas osteonas). En un corte transversal, las fibras corren en direcciones opuestas en capas alternantes, de forma parecida a la madera prensada, dando la capacidad al hueso de resistir fuerzas de torsión. Después de una fractura, inicialmente se forma hueso inmaduro y es reemplazado gradualmente por hueso laminar durante un proceso conocido como sustitución ósea.

Estos términos son histológicos, por lo que se necesita un microscopio para diferenciar los dos tipos de hueso.

Salentijn, L. *Biology of Mineralized Tissues: Cartilage and Bone*, Columbia University College of Dental Medicine post-graduate dental lecture series, 2007. (De: <http://en.wikipedia.org/wiki/Bone>)

sitio de fractura. La tensión interfragmentaria fue definida como el desplazamiento relativo del trazo de fractura dividido por el espacio fracturario inicial. Lo cual se escribe como:

$$\varepsilon_{gap} = \frac{\text{Fracture Gap Displacement}}{\text{Initial Gap Width}} \Rightarrow \frac{\Delta u}{L}$$

Esta definición de tensión interfragmentaria corresponde a una pequeña deformación de la definición de tensión. Perren teorizó que las tensiones interfragmentarias por arriba de 100% llevarán a no-unión. Las tensiones entre 10 a 100% llevarán a una formación inicial de tejido fibroso. Las tensiones entre 2 y 10% deberán llevar a formación de cartílago y formación de osificación endocondral. Las tensiones bajo 2% llevarán a formación directa de hueso y consolidación primaria. Esta teoría está ilustrada en los esquemas de la **figura 67**, a continuación:

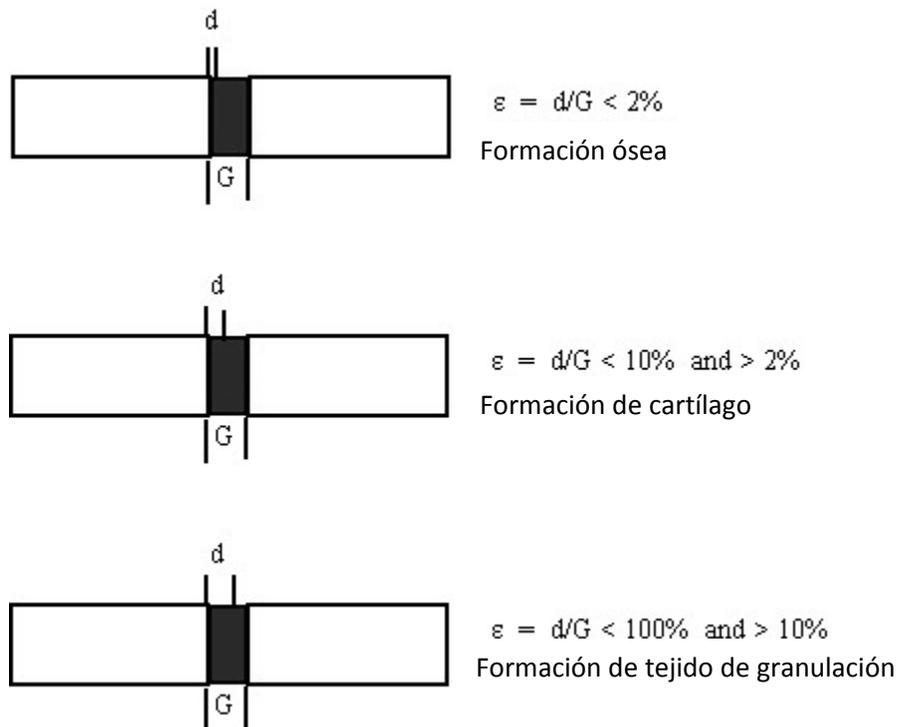


Figura 67. Teoría de la tensión interfragmentaria.

Perren basó sus ideas en el hecho de que los tejidos sometidos a una tensión mayor a su tensión máxima no se pueden formar en el sitio de fractura. Además, la tensión afecta en la diferenciación inicial; Perren creía que una vez que se inicia el proceso los tejidos formados fortalecerán el espacio fracturario, lo que llevará a tensiones más bajas y esto permitirá la formación del próximo tejido con mayor rigidez y el ciclo se repetirá hasta que el hueso se termine de formar.

Otra teoría relacionada al estímulo mecánico sobre el tejido de curación de la fractura fue propuesta por Carter y Blenman. Su teoría difiere de Perren en que no sólo predice que la magnitud del estímulo mecánico afectará la diferenciación del tejido fracturario, pero también el tipo de estímulos mecánicos. Esta teoría es de hecho una parte de una teoría más amplia desarrollada por Carter y col. relacionando el estímulo mecánico al crecimiento tisular, remodelación y consolidación. En términos de consolidación, Carter y Blenman creían que el aporte vascular a los tejidos era el primer factor en determinar la diferenciación tisular. Basado en el nivel de vascularidad, ellos creían que tanto la magnitud y el tipo del estrés mecánico, básicamente presión hidrostática versus estrés en tensión octaédrica, determinarían el tipo de tejido en el sitio de fractura. Si existe un buen aporte vascular tisular, Carter/Blenman creyeron que la siguiente secuencia debería ocurrir:

1. La fractura desencadena un estímulo osteogénico.
2. Si están presentes cargas cíclicas mínimas con un buen aporte vascular, el hueso se formará directamente.
3. Si están presentes altas cargas hidrostáticas compresivas, se formará fibrocartílago.
4. Si están presentes altas cargas tensiles o cizallantes, se formará tejido fibroso.
5. Si se forma fibrocartílago, las fuerzas subsecuentes de cizallamiento llevará a formación ósea.

Estos eventos se resumen en la siguiente figura:

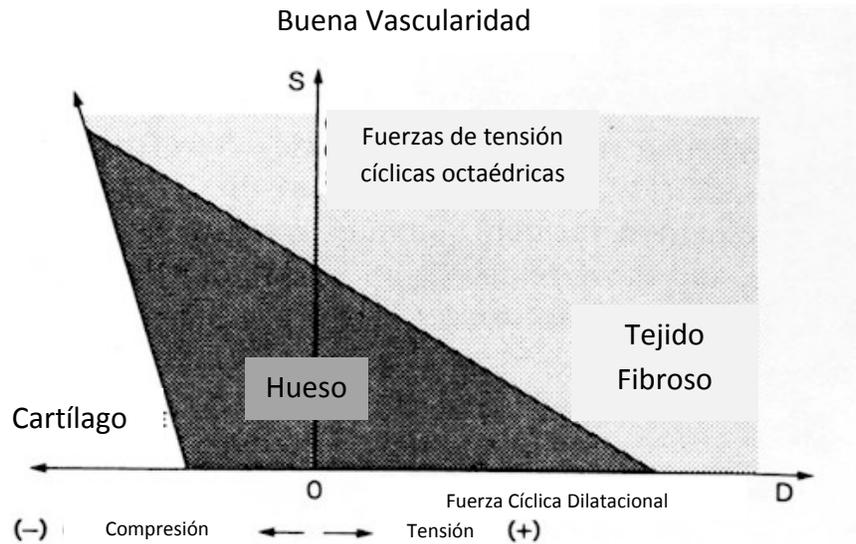


Figura 68, Diferenciación tisular con buena vascularidad.

La presión hidrostática se representa como:

$$\sigma_{hyd} = \frac{1}{3}\sigma_{ii} = \frac{1}{3}(\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})$$

La fuerza por cizallamiento octaédrico se da como:

$$\sigma_{oct} = \frac{1}{3}\sqrt{[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]}$$

donde δ_1 , δ_2 y δ_3 son las tres fuerzas principales. Si el sitio de fractura tiene pobre vascularidad, entonces Carter/Blenman creen que la producción de hueso no será posible dado que el hueso es un tejido altamente metabólico en necesidad de un buen aporte sanguíneo. Ellos propusieron la siguiente figura (69) en caso de un pobre aporte sanguíneo:

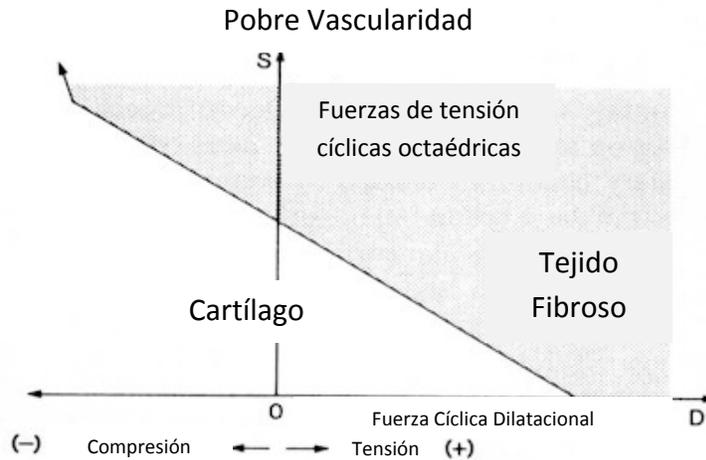


Figura 69. Diferenciación tisular con pobre vascularidad.

En este caso, aún fuerzas de baja magnitud producirán fibrocartílago en vez de hueso. Para predecir que el tejido se diferenciará en hueso o fibrocartílago, Carter y col. desarrollaron un índice osteogénico:

$$I = \sum_{i=1}^c n_i (S_i + kD_i)$$

donde I es el valor escalar del índice, i es una carga dada, c es el número de diferentes cargas, n_i es el número de ciclos de carga para una carga dada, S_i son las fuerzas de tensión cíclicas octaédricas (*siempre positiva*), D_i son las fuerzas cíclicas hidrostáticas (*negativas si hay compresión, positivas si hay tensión*), y k es un factor empírico que valora las contribuciones relativas de las fuerzas de estrés por cizallamiento para la diferenciación tisular. A mayor valor de I es más probable que el tejido osificará. Carter, Blenman et al. aplicaron esta teoría para revisar un caso de consolidación en huesos largos sujetos a una carga axial y dos momentos en flexión. Sus resultados se muestran a continuación en la **figura 70**:

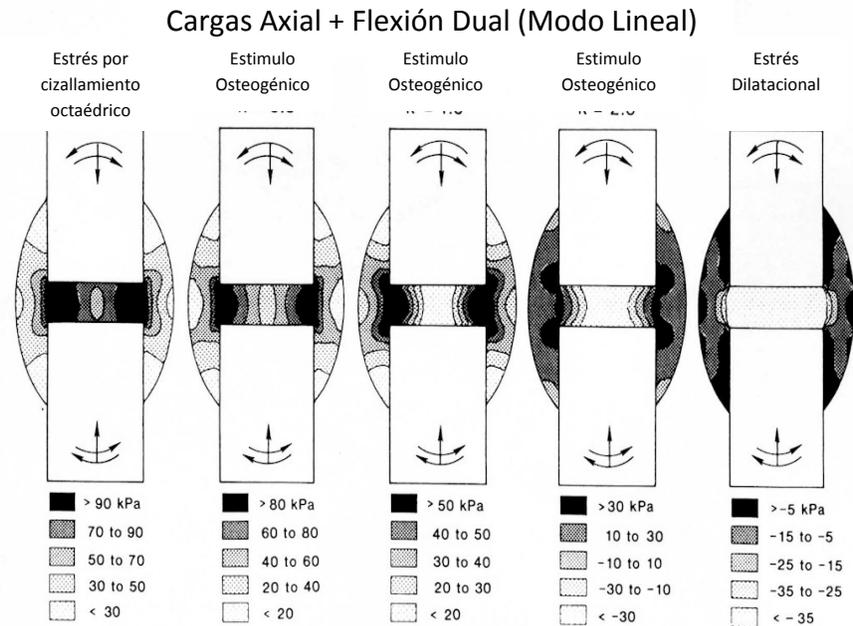


Figura 70. Consolidación en huesos largos sujetos a una carga axial y dos momentos en flexión.

Concluyeron que valores de k mayores o iguales a 2 se acercaron más a los resultados clínicos, mostrando la formación de callo por fuera del trazo de fractura con fibrocartílago formado dentro de la hendidura fracturaria. Estos resultados indicaron que la diferenciación tisular durante la consolidación fue más sensible a la presión hidrostática.

Existen tanto similitudes como diferencias entre las teorías de Perren y de Carter/Blenman de los efectos mecánicos en la consolidación. Ambas teorías sugieren que un estímulo mecánico muy alto prevendrá la formación de hueso y llevará a la no unión. Ambas teorías también sugieren que magnitudes de fuerza y tensión muy bajas llevarán a la formación directa de hueso. Son las áreas intermedias en las que estas teorías están en desacuerdo. Perren cree sólo en la magnitud de la tensión, las tensiones entre 2 y 10% llevan a formación de cartílago, mientras que Carter y Blenman creyeron que el tipo de fuerza, hidrostática versus octaédrica, llevará a formación de cartílago. Los resultados clínicos sugieren que las teorías concuerdan en los extremos, por ejemplo para hueso, la no-unión fibrosa por alta fuerza/tensión, con el medio siendo menos claro.

- **Aplicaciones clínicas de la consolidación mediada mecánicamente.**

Todas las aplicaciones rigurosas de las teorías de la consolidación mediada mecánicamente no son comunes, se pueden ver aspectos de estas teorías en el uso de aparatos para fijar y estabilizar fracturas. Es ampliamente creído que se necesita algo de rigidez mecánica para fracturas inestables complejas para prevenir que las fuerzas en el tejido en el sitio de fractura se hagan tan altas impidiendo la formación ósea para curar la fractura. Los aparatos de fijación fracturaria incluyen fijadores externos, placas internas y clavos intramedulares. Un ejemplo de cómo estos aparatos se relacionan con las teorías de consolidación mediadas mecánicamente se muestra en la **figura 71**:

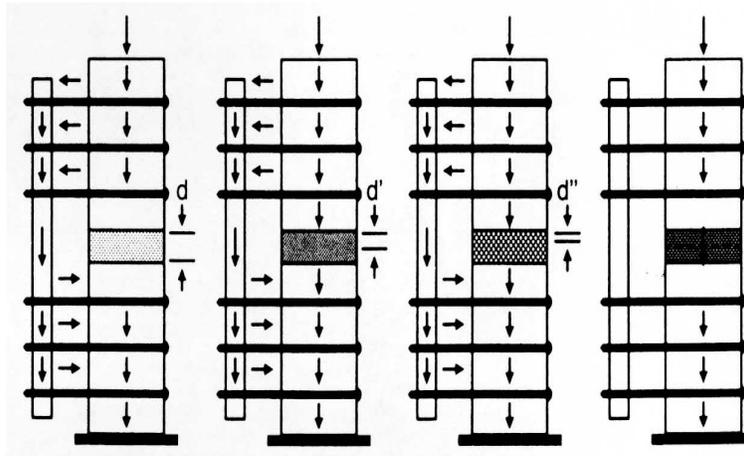


Figura 71. ($d > d' > d''$) el movimiento en la hendidura de la fractura disminuye debido a la transformación tisular).

Adaptación de la teoría de tensión interfragmentaria para explicar la consolidación bajo fijación externa. Cuando la hendidura fracturaria tiene un módulo bajo, el estrés óseo pasará principalmente a través de los clavillos del fijador y la barra lateral, saltando la hendidura. Conforme el callo fracturario empieza a madurar, más estrés óseo pasará a través del sitio de fractura, por lo tanto liberando la carga que pasa a través de las barras laterales de la fijación externa.

En este caso, la presencia del fijador soporta la mayoría de la carga ya que es mucho más rígido que el tejido inicial en el trazo de fractura. Debido a que la deformación del trazo de fractura es bajo, se puede formar fibrocartílago. Debido a que es más rígido que solo tejido fibroso, empieza a compartir la carga con el fijador. Debido a que la rigidez del fijador permanece igual, y la rigidez del trazo de fractura aumenta la rigidez total del constructo reduciendo la tensión en el trazo de fractura. Esto permite que el tejido cartilaginoso se calcifique y convierta en hueso. Así, al modular la rigidez del aparato de fijación

podemos predecir cargas en el trazo de fractura y estar seguros de que el proceso de consolidación puede proceder normalmente.

- **Tipos de implantes utilizados en radio distal y su desempeño mecánico.**

Aunque la mayoría de las fracturas pueden ser tratadas con inmovilización con un aparato circular, en un esfuerzo en reducir las fuerzas de tensión a la que son sometidos los fragmentos óseos de la fractura, las fracturas inestables y compuestas en su mayoría deben de ser tratadas quirúrgicamente con aparatos de fijación.

Estos aparatos caen en tres categorías dependiendo principalmente de que el aparato se encuentre por dentro de la piel (fijación interna) o salga a través de esta (fijación externa) y, si es interna, si el aparato es una placa que se atornilla en la superficie externa del hueso o un clavo que se introduce en el centro del hueso. A menudo la elección del aparato a utilizar se basa en la experiencia clínica y la facilidad quirúrgica en colocarlo, aunque debe obedecer al principio biomecánico necesario para mantener la fractura reducida.

A. Fijación con clavillos y alambres.

Küntschner describió las diferencias biomecánicas entre clavillos (también llamados frecuentemente agujas), barras y clavos usadas para la fijación de fracturas. Los clavillos resisten únicamente cambios en la alineación, las barras resisten desviaciones en alineación y traslación y los clavos resisten cambios en alineación, traslación y rotación. Los alambres de Kirschner y los clavillos de Steinmann se usan frecuentemente para fijación de la fractura de forma tanto provisional como definitiva. Debido a que su resistencia a las fuerzas de flexión es pobre, si se usan de forma única, deben ser suplementados con férulas o aparatos circulares. Si se usan como fijación definitiva, usualmente se insertan de forma

percutánea o con reducción abierta limitada. Para prevenir el daño térmico a hueso y tejidos blandos, deben ser insertados lentamente con equipo de poder y detener frecuentemente el taladrado. Se prefieren clavillos lisos para facilitar la remoción después de la consolidación. La fijación con alambres y clavillos usualmente es adecuada para pequeños fragmentos en regiones metafisarias y epifisarias, especialmente en fracturas distales del pie, antebrazo y mano, como las fracturas de metáfisis distal de radio y en fracturas desplazadas de metacarpo y falanges después de la reducción cerrada. Con mayor frecuencia los clavillos sin insertados bajo control con un intensificador de imagen. Esto protege los tejidos blandos de mayor daño, teóricamente permitiendo una regeneración ósea máxima; sin embargo, se debe tener cuidado en no lesionar tendones y nervios cercanos durante la inserción del clavillo. La fijación con alambre se usa de forma única o en combinación con otros implantes para la fijación definitiva de algunas fracturas metafisarias, tales como en el húmero proximal, patela, y columna cervical. Debe evitarse doblar el alambre debido a que acorta la vida de fatiga del implante. Raramente el alambre solo provee la estabilidad suficiente para una rehabilitación funcional de la extremidad.

B. Fijación con tornillos

Los tornillos son herramientas complejas con una construcción de 4 partes: cabeza, cuerpo, rosca y punta. La cabeza sirve como una unión para el destornillador, el cual puede ser hexagonal, octagonal, en cruz, en estrella o ranurado en diseño. La cabeza también sirve como la contrafuerza contra la que se genera la compresión al momento en que el tornillo actúa sobre el hueso. El cuerpo o espina es la porción lisa del tornillo entre la cabeza y la porción roscada. La rosca se define por su diámetro de raíz (o centro), su diámetro de rosca (o externo), su espaciado entre roscas (distancia entre roscas adyacentes), y su cuerda (o distancia que avanza en el hueso con cada vuelta completa). El área de raíz determina la resistencia del tornillo para jalar fuerzas y se relaciona al área del hueso en la interfase de rosca y el área de raíz de la rosca. El diseño transversal usualmente es un contrafuerte (tornillos AO/ASIF) o rosca en-V

(usualmente usados en tornillos de maquinaria). La punta del tornillo es redonda o autoperforante. Clínicamente, si la fuerza de arrastre del tornillo es una preocupación debido a la presencia de hueso débil, se debe preferir un diámetro de rosca mayor, mientras que si el hueso es fuerte y lo que más preocupa es la fatiga, un tornillo con un diámetro de raíz más ancho tiene mayor resistencia a la falla por fatiga.

El uso de un tornillo para convertir fuerzas de torsión en fuerzas de compresión a través de la fractura es una técnica valiosa. Su éxito requiere la aplicación del tornillo de una manera que permita el desplazamiento de la porción proximal del tornillo en el hueso cercano y la presencia de una rosca en la corteza opuesta para que la cabeza del tornillo ejerza carga y fuerza en la fractura. Es necesaria la selección cuidadosa del ángulo del tornillo con respecto a la fractura para prevenir el desplazamiento de los fragmentos fracturarios conforme se estén comprimiendo. Cualquier tipo de tornillo se puede utilizar como un instrumento interfragmentario si se mantienen los principios. Cualquier tornillo que cruce un trazo de fractura debe insertarse con técnica interfragmentaria.

Por su parte, los tornillos que se unen a un implante al hueso se nombran como tornillos de neutralización o *posicionales*.

Tornillos de cortical: Estos tornillos están roscados en toda su longitud y están disponibles en los siguiente diámetros: 4.5, 3.5, 2.7, 2, y 1.5 *mm*. Los tornillos de cortical pueden funcionar ya sea como tornillos de compresión o posicionales para compresión interfragmentaria si el orificio en la corteza adyacente se perfora con un diámetro mayor al de rosca.

Tornillos de esponjosa: Estos tornillos tienen roscas más grandes que proporcionan más sostén en hueso esponjoso, y por lo tanto se usan con mayor frecuencia en las zonas metafisarias. Los tornillos de esponjosa están disponibles en diámetros de 6.5 y 4 *mm* y en dos longitudes de rosca: 16 y 32 *mm*. Están roscados en esas dos longitudes únicamente, sin importar la longitud del tornillo. Es esencial seleccionar el tamaño

adecuado de la broca y terrajar el orificio perforado para una fijación segura. Frecuentemente se utilizan arandelas de plástico y metal con este tipo de tornillos para reinsertar avulsiones ligamentarias o para aumentar la compresión interfragmentaria ya que proporcionan una mayor área de superficie de la corteza a la que la cabeza del tornillo pueda apoyarse para comprimir.

C. Fijación externa.

Cargas en el sitio de fractura.

La fijación externa se considera una fijación flexible. Los requisitos biomecánicos de la fijación externa para las fracturas de radio distal no han sido definidos debido a que, hasta recientemente, la magnitud y dirección de las cargas fisiológicas en el radio distal eran dinámicas y desconocidas. Un trabajo reciente por Rikli et al., sin embargo, ha arrojado nueva luz sobre este punto. Usando un aparato sensor de presión capacitador, su grupo midió las presiones dinámicas intraarticulares in vivo bajo anestesia local en la articulación radioulnocarpal de un voluntario sano. Con el antebrazo en rotación neutral, las fuerzas variaron de 107 N con flexión de muñeca hasta 197 N con extensión de muñeca. Las fuerzas más altas, de más de 245 N, fueron vistas con la muñeca en desviación radial y el antebrazo en supinación. Presumiblemente, cualquier implante o fijador externo debe ser lo suficientemente fuerte para neutralizar estas cargas de forma que permita el movimiento activo temprano de muñeca. Rikli et al también identificaron dos centros de transmisión de la fuerza. El primer centro estaba opuesto al polo del escafoides, lo que representa la columna radial. El segundo centro, el cual representa la columna intermedia de la muñeca, toma una considerable parte de la carga y está opuesto al lunatum, extendiéndose ulnarmente sobre el TFCC.

Rigidez del cuadro del fijador.

La fuerza del fijador depende de la rigidez de los tubos conectores y las abrazaderas. Muchos tubos de fijador externo son de 0.5 a 1.0cm de diámetro, aunque los tubos radiolúcidos fabricados con poliéter-

éter-cetonas, resina *Utem*, o fibra de carbón pueden ser más grandes. El aumento en el diámetro de los tubos aumenta la rigidez en un factor de 4. Los fijadores uniplanares son comunes, pero la rigidez del constructo puede aumentarse al añadir un segundo tubo paralelo. Poner el tubo tan cerca de la piel como sea posible también aumenta la estabilidad contra cargas en flexión al reducir el brazo de palanca desde el eje neutral de la articulación. La mayoría de los fijadores externos de radio usan clavillos mitad roscados de 3.0 o 4.0mm. Los clavillos roscados modernos están por lo tanto diseñados con un diámetro central mayor y un diámetro menor centro-rosca. Si la rosca del clavo está enterrada, el diámetro más largo del clavo en la interfase ósea cercana resiste las fuerzas de flexión, mientras que el centro con diámetro pequeño resiste las fuerzas de tensión en la corteza lejana. Un clavo insertado de forma bicortical con una rosca corta dará la mejor fijación clavo-hueso. Teóricamente, perforar el orificio del clavo 0.1mm por debajo del diámetro provee la mejor fijación del clavo con el menor riesgo de resorción ósea y aflojamiento del clavo. Es también deseable esparcir la fuerza uniformemente a través de toda la diáfisis del hueso al crear una separación amplia de los clavos del fijador. Para mantener una fijación estable y reducir el brazo de palanca de las fuerzas de desplazamiento, los clavos deben insertarse cerca del sitio de fractura. Un clavo es por lo tanto insertado cerca al sitio de fractura, mientras que el segundo se coloca tan lejos como sea posible (**figura 72**).

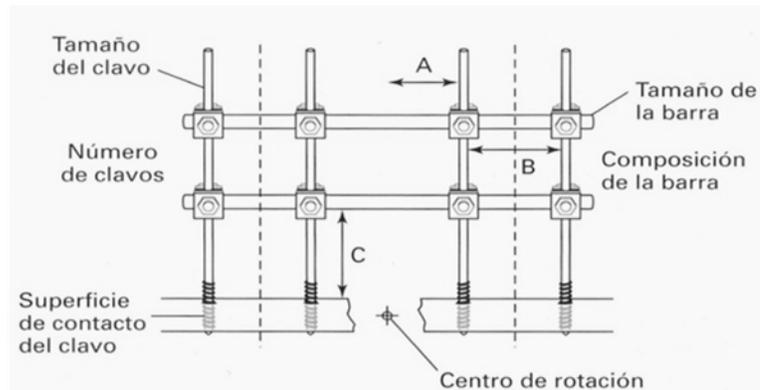


Figura 72. Los elementos que influyen en la rigidez del fijador son: el tamaño y número de clavos, el tamaño y composición de la barra, la superficie de contacto del clavo, (A) la distancia entre el centro de rotación y el primer clavo, (B) la distancia entre los clavos y (C) la distancia entre el hueso y el tubo.

Aumentar la rigidez del fijador no aumenta apreciablemente la rigidez de la fijación de los fragmentos individuales de la fractura. Existe un número de opciones, sin embargo, con las que se pueda aumentar la estabilidad del constructo. Después de la restauración de la altura radial y la alineación con el fijador externo, una fijación percutánea con clavillo puede asegurarse en el apoyo de la estiloides radial y soportar el fragmento de la fosa lunar. Un quinto clavillo en la estiloides radial fijado al marco de un fijador AO previene una pérdida de la altura radial a través de la fijación y lleva a una mejoría en los rangos de movilidad de la muñeca al compararse con un fijador externo de 4 clavillos. Agregar un clavo dorsal junto a la barra lateral fácilmente corrige la inclinación dorsal encontrada en muchas fracturas de radio distal.

Combinación con clavillos de Kirschner

La fijación con clavillos de Kirschner aumenta la estabilidad de la fijación externa. La combinación de un fijador externo aumentado con clavillos de Kirschner de 1.6mm (0.62pulg) se acerca a la fuerza de una placa AO dorsal de 3.5mm. **La fijación suplementaria con clavillos de Kirschner es más crítica para la fijación de la fractura que la rigidez mecánica del fijador externo por sí mismo.** Estabilizar un fragmento fracturario con un clavillo Kirschner no transfixivo que está unido a un estabilizador es tan efectivo como un clavillo Kirschner que atraviesa los fragmentos fracturarios.

D. Placas convencionales.

Un segundo tipo de aparato de fijación de fracturas es la fijación con placa interna. Comparada con los fijadores externos, la ventaja de la fijación con placa es la capacidad de conseguir mucha mayor rigidez mecánica en el sitio de fractura y que no se requieren clavillos externos en el sitio de fijación. Una desventaja es la decisión de remover o no la placa después de la consolidación y el riesgo de resorción

ósea por debajo de la placa, fenómeno conocido como *stress-shielding*.^{xi} En un principio se utilizaban las placas de compresión dinámica o DCP^{xii} (**figura 73**).

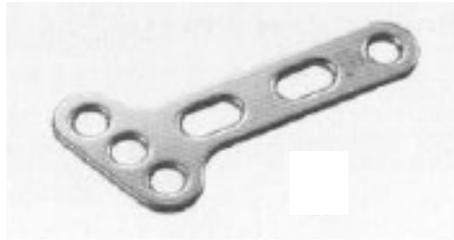


Figura 73. Placa DCP de 3.5 para radio distal.

El objetivo de la fijación interna es colocar el trazo de fractura entre dos conjuntos de orificios, colocar tornillos a través de los orificios y a través de ambas corticales si es posible. Es también deseable angular los tornillos a través del trazo de fractura con el objetivo de crear compresión interfragmentaria. La fijación con placa es más comúnmente usada en fracturas complejas, donde no es posible colocar fácilmente fijadores externos y no hay canal medular para la fijación con clavos centromedulares.

Es importante recordar que la elección de la fijación de la fractura está determinada por un número de factores además de la rigidez mecánica, incluyendo facilidad de implantación quirúrgica, sitio anatómico, tolerancia del paciente, riesgo de infección y complicaciones y facilidad de remoción. En una comparación general de la fijación externa, la fijación con clavos centromedulares y fijación interna con placas en la tibia de perros probados bajo flexión, distracción axial y torsión, se ha visto que la fijación con placa da consistentemente la mayor rigidez. Los clavos centromedulares y los fijadores externos con medio marco fueron consistentemente bajos, mientras que la de la fijación externa con clavillos completos fue cercana a la fijación con placa en flexión y torsión.

En términos de cómo la rigidez afecta la formación ósea durante la consolidación ósea, el resultado al menos cuantitativamente concuerda con las teorías. Generalmente se observa una formación ósea

^{xi} *Stress-Shielding*: término utilizado en ortopedia, que se refiere a la osteopenia asociada al uso de implantes protésicos, y que resulta de la transmisión del estrés al que el hueso está sometido normalmente al implante.

^{xii} Del inglés *Dynamic Compression Plate*: placa de compresión dinámica.

mejor y más rápida con placas, aunque en la práctica las propiedades óseas mecánicas son casi iguales bajo diferentes métodos de fijación siempre y cuando se logre una adecuada fijación.

E. Placas premoldeadas con orificios combinados y tornillos bloqueados.

Los tornillos estándar se basan en la relación o sujeción firme de los huesos por la rosca del tornillo.¹⁰

Una densidad ósea baja disminuye la función de los tornillos estándar. El uso de tornillos que se bloquean a la placa ha facilitado grandemente la fijación interna del hueso osteoporótico, y tornillos son ahora usados en el radio distal. Estos son una evolución directa del uso de placas anguladas y arandelas de Schuhli (Schuhli washers)^{xiii}. Los tornillos de ángulo fijo o con estabilidad angular no se basan en la relación de la rosca del tornillo y el hueso, actúan como cuchillas fijas soportando el hueso alrededor a ellas.

Siguiendo la sugerencia del concepto de soporte subcondral, en 1996 la AO/ASIF introdujo un diseño de placa en forma de la letra griega *pi* (π) y fue diseñada para la aplicación dorsal de fijación interna en fracturas complejas del radio distal (**figura 74**). La porción distal de la placa *pi* está diseñada para ajustarse a la anatomía del radio distal, y los tornillos pueden colocarse de forma subcondral en diferentes ángulos para proveer fijación angular multiplanar en las fracturas conminutas.



Figura 74. Imágenes de la placa *Pi* para la superficie dorsal de radio distal.

^{xiii} Las arandelas de Schuhli yacen directamente bajo la placa en la corteza proximal, al contrario de las arandelas estándar que se aplican del lado opuesto a la placa. Después de que un tornillo después de que el tornillo es roscado a través de la arandela de Schuhli se incorporaba a la placa como un aparato de ángulo fijo. Las arandelas tienen picos que aumentan la fricción entre la placa y el hueso y también sirven para limitar el contacto hueso-placa.

En la última década, la fijación volar de las fracturas desplazadas del radio distal ha aumentado en popularidad. La fijación volar de estas fracturas está basada en la premisa de que una placa bloqueada volar fuerte que funciona como un aparato de fijación angular funcionará esencialmente como un fijador interno para restaurar la longitud y soportar la región subcondral para facilitar movilidad temprana mientras se obvian las oportunidades de futuro colapso y pérdida de longitud, especialmente en hueso osteoporótico. Fijaciones fragmento-específicas y columnares también crecen en popularidad.

Los implantes volares del radio distal son usualmente en forma de “T”, (**figura 75**) lo cual permite fijación en el fragmento distal del radio distal con múltiples puntos de fijación. Los tornillos que se colocan en la porción distal están bloqueados en los orificios de los tornillos para crear un bajo perfil. También están anguladas y localizadas en el extremo distal en un patrón más anatómico para intentar cubrir los contornos anatómicos normales del radio distal y así optimizar el soporte de hueso subcondral. Los tornillos colocados en la carilla lunar y en la estiloides están colocados en un ángulo que adicionalmente aumenta la longitud del tornillo en el hueso. Esto también cumple la idea de fijación columnar al colocar fijación en la estiloides y en la carilla lunar, que forman parte de las columnas radial e intermedia. Los pernos de soporte de hueso subcondral están diseñados para transferir cargas axiales a través de la fractura mientras se logra una fijación en hueso metafisario débil. Sin embargo, una colocación cuidadosa inmediatamente adyacente al hueso subcondral debe ser enfatizado para evitar cualquier posibilidad de distraer los fragmentos articulares, especialmente en pacientes con osteoporosis.

Muchas placas están premoldeadas para acoplarse a la anatomía volar del radio distal. Algunos diseños de placas ofrecen la opción de colocar tornillos de bloqueo desarrollados por la AO/ASIF y tiene un papel distinto en el hueso osteoporótico.



Figura 75. Imágenes de la placa en “T” premoldeada para la superficie volar de radio distal.

Placas de compresión bloqueadas (LCP)^{xiv} de radio distal de 2.4mm

Están indicadas para la fijación de fracturas complejas extra e intraarticulares y osteotomías del radio distal y otros huesos pequeños.

Placas y tornillos pequeños dirigidos a fragmentos fracturarios individualmente, con menor carga total sobre el implante. El uso de diferentes placas volares y dorsales permiten la colocación del implante para acoplarse al patrón individual de la fractura. El bajo perfil de placa y tornillos minimiza el potencial de irritación tendinosa y de tejidos blandos. La superficie altamente pulida y los bordes redondeados también minimizan el potencial de adhesión tendinosa. Placas volares y rectas están pre contorneadas para un ajuste anatómico. Los orificios de la placa de compresión bloqueada permiten fijación bloqueada de los tornillos con estabilidad angular en la sección roscada, o compresión con tornillos de cortical en la unidad de compresión dinámica del orificio.

Los tornillos de bloqueo ofrecen un constructo de fijación angular para soportar la superficie articular, reducir la necesidad de injerto óseo y obtener fijación en hueso osteoporótico. La elección de dos largos

^{xiv} Del inglés *Locking Compression Plate*: placa de compresión bloqueada.

para cada tipo de placa se anticipa a la necesidad de cortar placas que puede resultar en irritación tendinosa.

Las placas columnares son usualmente de forma linear. Sin embargo, en el perfil las placas diseñadas para ser colocadas en la columna radial están pre contorneadas a este perfil anatómico para dar un efecto de sostén (**figura 76**). Estas placas son colocadas en una forma ortogonal [50 a 70 grados una de la otra] (**figura 77**). Esta colocación ortogonal de estos implantes de bajo perfil mejora la estabilidad rotacional al fijar en diferentes planos, especialmente en hueso osteoporótico.

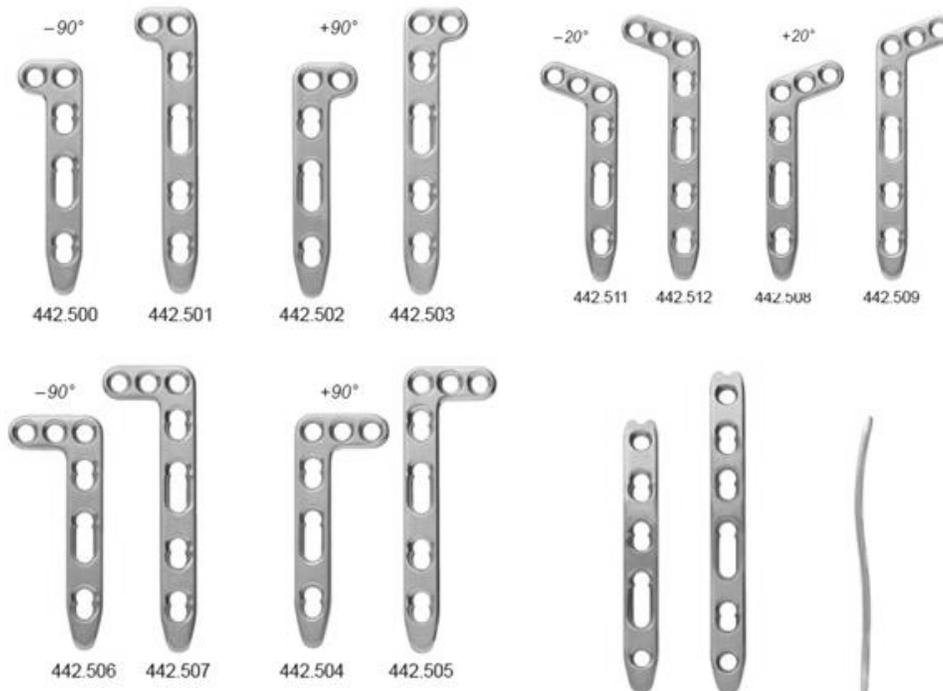


Figura 76. Placas volares y rectas están pre contorneadas para un ajuste anatómico.
(The 2.4 mm LCP® Distal Radius Plates. Technique Guide. 2004 Synthes. USA.. Pág 1).

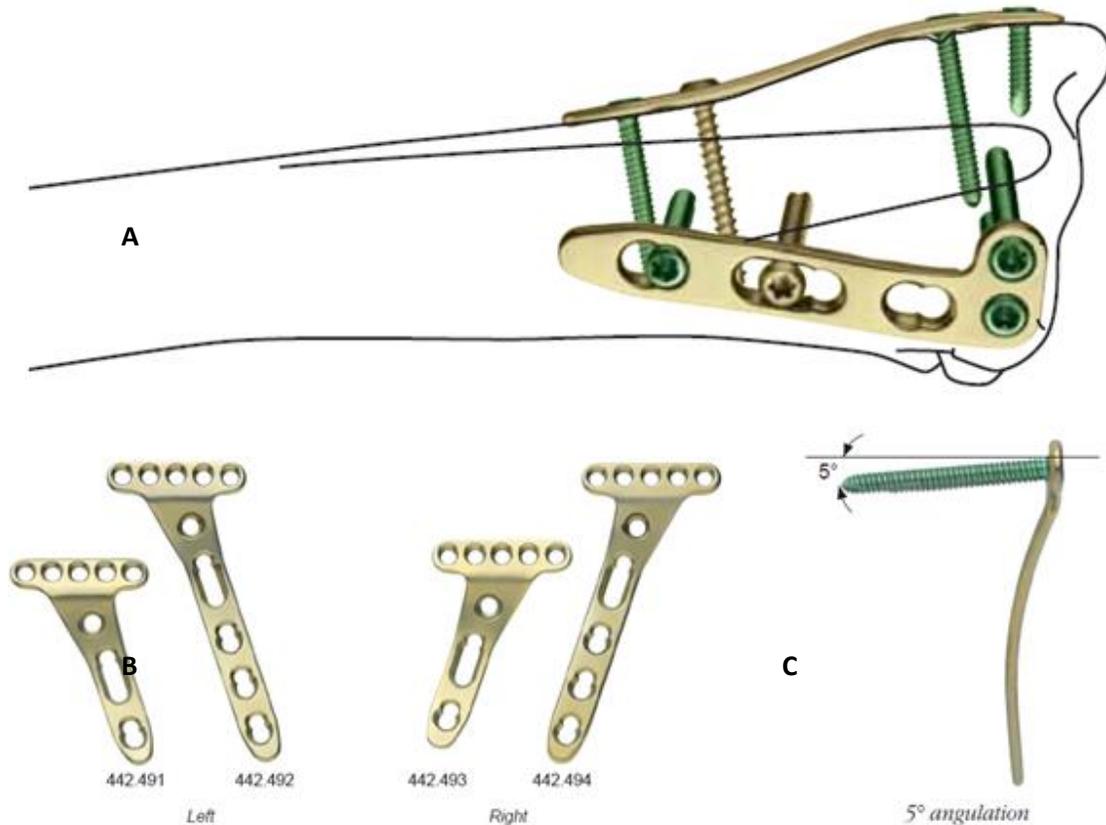


Figura 77. A. Placas colocadas de forma ortogonal (50 a 70 grados una de la otra). **B.** Placas volares en T oblicua, de 3 y 5 orificios. **C.** Los tornillos bloqueados se encuentran con 5 grados de angulación para evitar lesiones de la superficie articular. (The 2.4 mm LCP® Distal Radius Plates. Technique Guide. 2004 Synthes. USA.. Pág 1).

Bajo las condiciones del proceso de consolidación, los estímulos mecánicos tienen un efecto muy grande en la adaptación tisular, con la capacidad de afectar el curso completo de la diferenciación tisular de hueso a cartílago a tejido fibroso. Esto afecta grandemente el tratamiento de una fractura con una necesidad de proveer quirúrgicamente una estabilidad mecánica adecuada en el sitio de fractura reduciendo las fuerzas a las que es sometido el tejido fracturario, permitiendo así la formación de hueso. Esto concuerda con las teorías de adaptación ósea debido a que la osteogénesis y la remodelación son caminos fisiológicos para la adaptación ósea mediada mecánicamente, lo que tiene un potencial mucho muy grande de cambiar la estructura tisular.

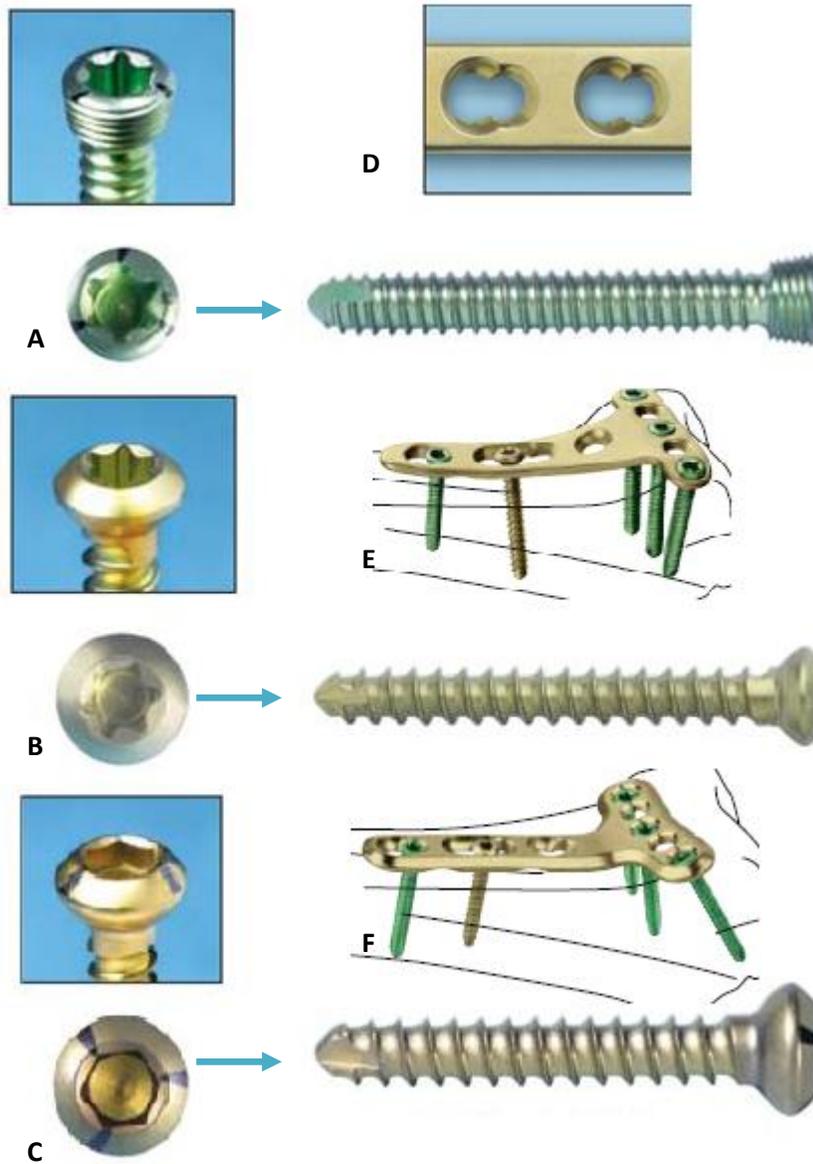


Figura 78. A, tornillo bloqueado de titanio de 2.4 mm. B, tornillo de titanio para hueso cortical 2.4, autoroscante con forma StarDrive. C, tornillo de titanio para hueso cortical 2.7, autoroscante. D, orificio combinado que permite estabilidad angular o compresión dinámica. E, placa bloqueada volar. F, placa bloqueada dorsal. Las dos últimas dan estabilidad angular, con los tornillos en verde. El uso de tornillos de color amarillo para hueso cortical se pueden utilizar para los orificios dinámicos de la placa, como se observa en los esquemas E y F.
(The 2.4 mm LCP® Distal Radius Plates. Technique Guide. 2004 Synthes. USA.. Pág 1).

1.12 Tratamiento de las fracturas del radio distal.

El objetivo primordial en el tratamiento de las fracturas del radio distal es la reducción anatómica y el restablecimiento óptimo de la función de la muñeca, por lo que se necesita un amplio conocimiento de la anatomía normal de la muñeca.

Es curioso señalar que un mismo autor, en el capítulo sobre fracturas de radio distal en dos libros diferentes,^{55,92} propone algoritmos terapéuticos disímiles (**figura 79**).

El algoritmo que nos parece más adecuado es el que se encuentra en el libro de Cirugía de Mano de Green (**figura 80**). Con la finalidad de sistematizar el tratamiento se dividen las fracturas según: 1) el aspecto radiológico en desplazadas y no desplazadas, subdividiendo nuevamente en función de la estabilidad o inestabilidad, y 2) si la fractura es abierta o cerrada. Además, se ha encontrado como ayuda para la planificación del tratamiento dividir en dos grupos los adultos con fracturas del extremo distal del radio: pacientes fisiológicamente jóvenes y/o activos (grupo I) y fisiológicamente mayores y/o inactivos (grupo II). Hay que tener siempre en mente la posibilidad de la pérdida ósea que se asocia de forma directa con la edad del paciente especialmente en mujeres. La calidad del hueso del extremo distal del radio en pacientes mayores es pobre, lo cual no sólo motiva que exista un mayor riesgo de fracturas sino también de colapso tras la inmovilización con un yeso. De todos modos la mayor o menor agresividad en cuando al tratamiento quirúrgico de este tipo de fracturas depende de la **edad**, las **limitaciones funcionales** y el **estado médico general** del paciente.

En los datos de la historia y la exploración del paciente debe figurar la edad, dominancia, ocupación, actividades diarias y estado médico general. Se debe explorar la muñeca anotando la presencia de heridas o cicatrices y función nerviosa y tendinosa con especial atención al nervio mediano.

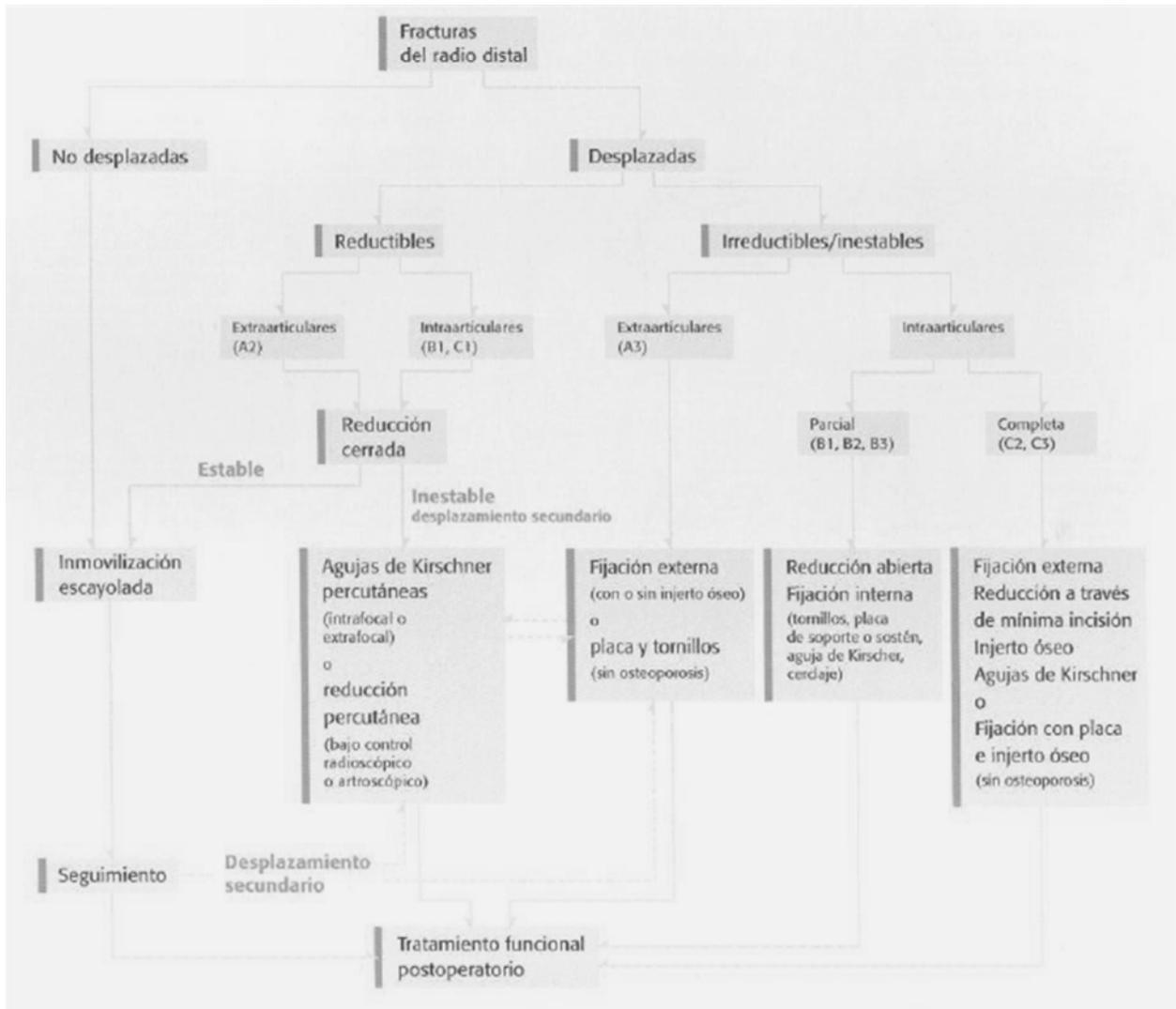


Figura 79. Algoritmo terapéutico propuesto por Fernandez en el libro de Ruedi para la AO, el cual se basa en los grupos y tipos de la clasificación de los huesos largos, así como en la presencia de inestabilidad. Recordando, que una reducción cerrada satisfactoria al principio no puede ser mantenida siempre con una férula. (Fernandez, D. L. Ch 4.3.3 "Distal Radius and Wrist". In AO principles of fracture management, ed. T. P. Ruedi, W. M. Murphy, New York, Thieme, 2000).

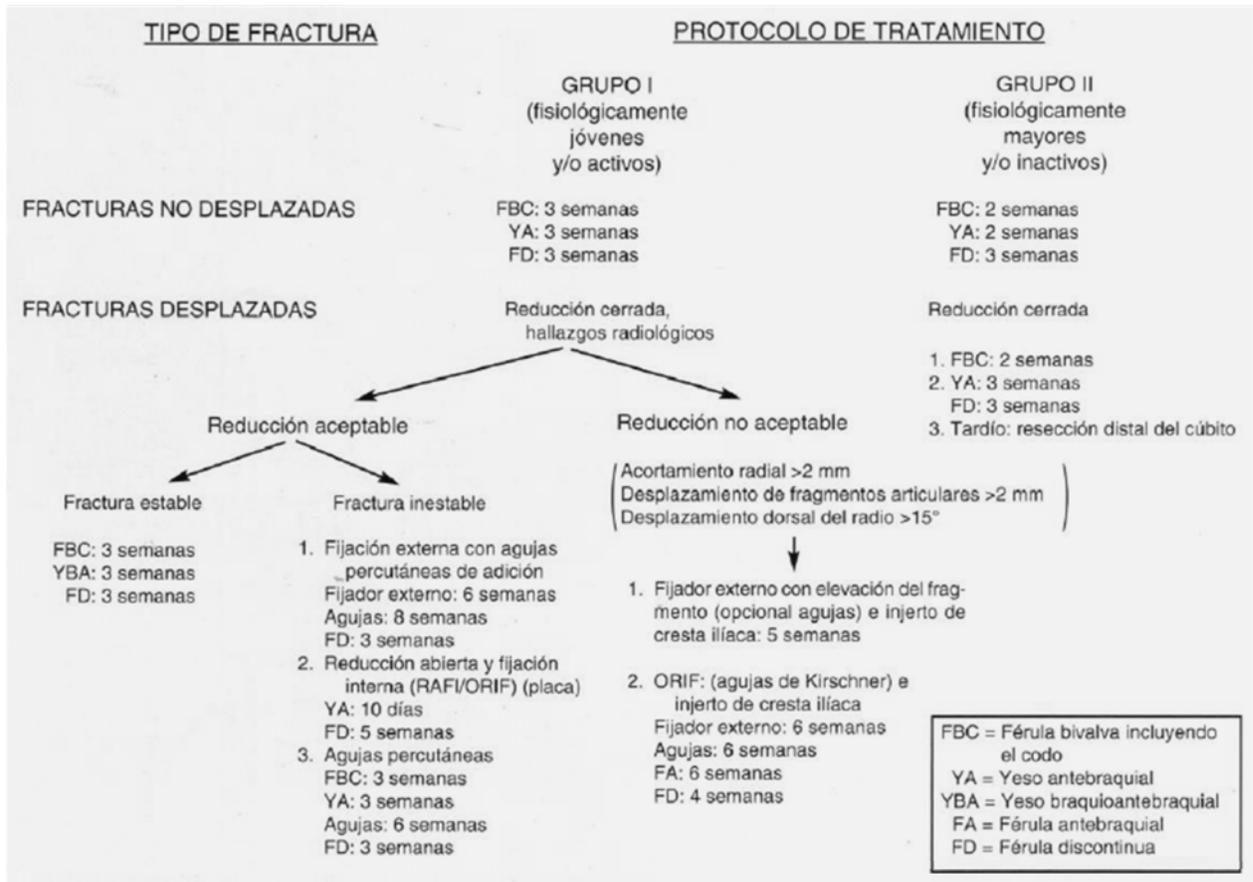


Figura 80. Algoritmo de tratamiento de fracturas de radio distal, propuesto por Diego Fernandez en el libro de Cirugía de la mano de Green. Las fracturas del extremo distal del radio desplazadas y no desplazadas en pacientes jóvenes y/o activos (grupo I) y mayores y/o inactivos (grupo II). Las fracturas no desplazadas requieren sólo inmovilización en ambos grupos. Las fracturas desplazadas requieren reducción en los dos grupos, pero sólo en el grupo I se recomienda realizar gestos añadidos. De acuerdo con el grado de reducción y de la estabilidad de la fractura se recomienda inmovilización con o sin tratamiento quirúrgico. En las fracturas en las que la reducción no es aceptable se requiere la reducción de los fragmentos y estabilización con fijador externo y/o fijación interna e injerto óseo.

(Fernandez DL, Wolfe SW. Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. En: Green's Cirugía de la mano. Tomo 1).

- **Fracturas no desplazadas del extremo distal del radio**

Las fracturas no desplazadas del extremo distal del radio se deben tratar con una inmovilización con férula o yeso de la muñeca permitiendo la movilización del codo, los dedos y el pulgar para evitar la aparición de rigidez.

GRUPO I: PACIENTES JÓVENES Y ACTIVOS.

Férula bivalva que tolera perfectamente el edema durante tres semanas seguido de una inmovilización con yeso antebraquial durante tres semanas más hasta que exista una consolidación clínica y radiológica. Puede ser útil para el control del dolor el uso de una férula discontinua durante 3 semanas más.

GRUPO II: PACIENTES MAYORES CON POCA ACTIVIDAD.

Este grupo de pacientes se trata mejor mediante la inmovilización con una férula bivalva durante dos semanas seguido por un yeso antebraquial tres semanas y una ortesis discontinua durante 3 semanas más.

Se recomienda en todos los pacientes con fracturas del extremo distal del radio una ortesis prefabricada de forma discontinua tras la inmovilización bien hayan sufrido una fractura no desplazada que requiera una inmovilización poco exigente o bien haya sido necesario realizar una reducción abierta por la existencia de un gran desplazamiento. Esta ortesis se utiliza de manera discontinua retirándola a la hora del baño y para la realización de los ejercicios de la muñeca. Se aconseja a los pacientes que se desprendan progresivamente de la férula en un periodo de 2 a 3 semanas. Tras el periodo de inmovilización los pacientes parecen sentirse inseguros con el pensamiento que volverán a caerse y refracturarse la muñeca. Con la aplicación de esta ortesis que ellos mismos pueden retirarse y con la recuperación progresiva de la movilidad de la muñeca y fuerza del miembro superior, se alivia bastante esta ansiedad en el proceso de rehabilitación de la fractura.

MINIMIZACIÓN DE LA RIGIDEZ EN LA MANO Y EN EL HOMBRO

Durante el periodo de inmovilización y uso de la férula discontinua se debe enseñar a todos los pacientes a realizar una serie de ejercicios de movilización de los dedos y del hombro. En la **figura 81** se expone un esquema de ejercicios para la mano popularizado por Dobyens. De forma general hay que realizar los

ejercicios tres veces al día. En algunos casos es beneficioso un tratamiento de fisioterapia supervisado por personal calificado en rehabilitación de la mano. También hay que hacer hincapié en la movilización de las articulaciones del codo y el hombro durante la consolidación de la fractura, especialmente en pacientes ancianos.

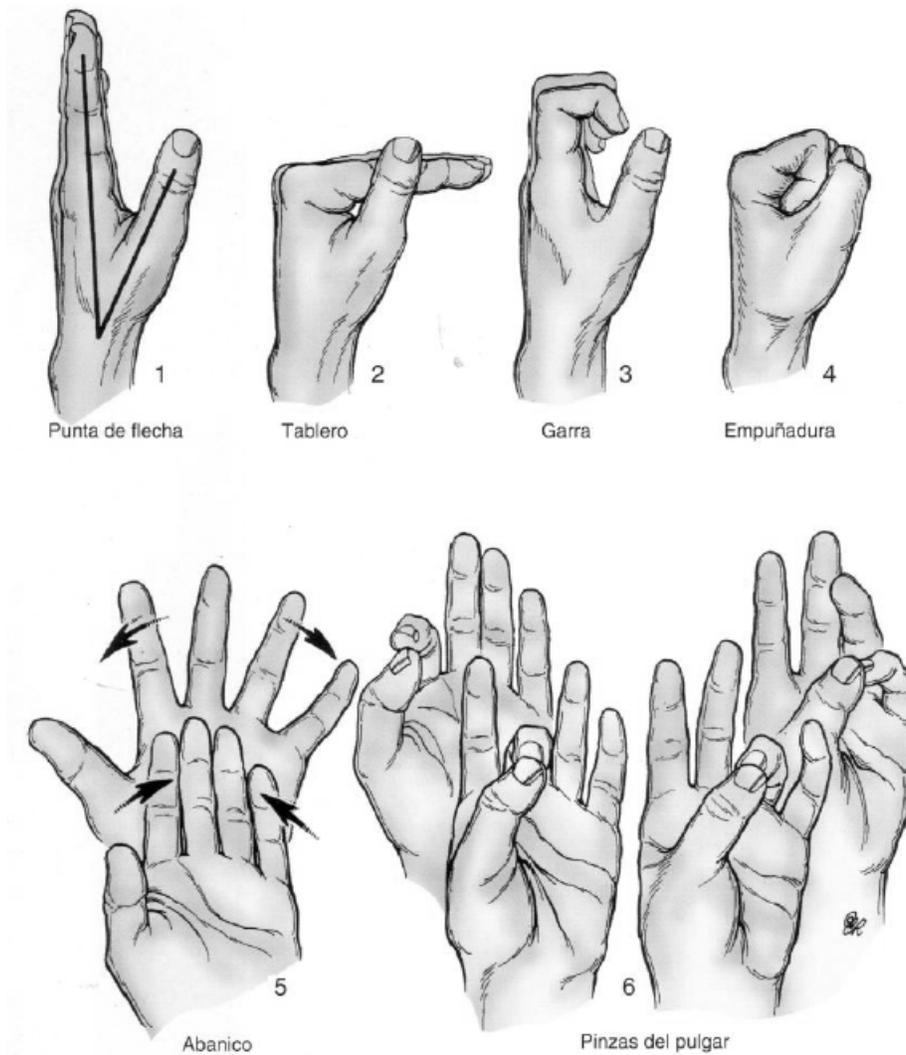


Figura 81. Tabla de ejercicios. Del dibujo 1 al 6 se muestran las diferentes posiciones que asume la mano cuando se realizan estos ejercicios. Es importante explicar la paciente que la extensión completa de la metacarpofalángica (MCF) se consigue mediante la posición de la mano similar al tablero de una mesa, la completa extensión MCF combinada con flexión de la interfalángicas mediante la creación de una garra y la completa flexión de las interfalángicas se realiza mediante la posición de puño. La aducción y abducción de los dedos se realiza mediante movimientos en abanico de fuera adentro, y para completar la tabla el paciente debe realizar pinza del pulgar con el resto de los dedos de la mano.

(Fernandez DL, Wolfe SW. Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. En: Green's Cirugía de la mano. Tomo 1).

- **Fracturas desplazadas del radio distal**

En su tratado, Abraham Colles discute, a propósito del tratamiento de la fractura con desplazamiento dorsal, que es fácil conseguir la reducción cerrada de estas fracturas, y que “la distorsión del miembro vuelve instantáneamente cuando se retira la extensión”. Esta máxima histórica refleja dos cosas: por un lado una reticencia a la realización de tratamientos agresivos, y por otro lado la reducción en el número de alternativas terapéuticas en este tipo de lesiones en aquel momento.

Si existe un desplazamiento importante, definido por la existencia de una separación mayor de 2mm en fracturas articulares, una angulación metafisaria mayor de 20° o un acortamiento metafisario mayor de 3mm creemos que en el grupo I, pacientes jóvenes y activos, siguiendo los criterios de Colles, los resultados serían pobres con alta probabilidad de aparición de secuelas. Entre estas últimas se incluyen pérdida de movilidad, dolor en la muñeca, subluxación de la ARUD, inestabilidad del carpo medio y artrosis postraumática. De todas las complicaciones posibles quizás la aparición de una artrosis postraumática sea la más grave y más discapacitante para el paciente. Ghormley y Mroz, en 1932, afirman que “cualquier lesión que afecta la superficie articular del radio es susceptible de iniciar un proceso activo degenerativo artrósico radiocarpiano”. Frykman demuestra que esta aseveración no sólo es válida para la articulación radiocarpiana sino también para la ARUD. Knirk y Jupiter demuestran cómo las fracturas articulares del radio que consolidan con un escalón articular mayor de 2mm presentan una artrosis radiológica en más del 90% de los casos revisados. No aportan datos sobre la funcionalidad de los pacientes, de la fuerza residual ni de la limitación de las actividades diarias.

De acuerdo con una amplia evidencia clínica y experimental creemos que está justificado el realizar un intento de conseguir una reducción anatómica en la mayoría de las fracturas del radio distal. De nuevo hay que tener en cuenta el estado médico del paciente así como las demandas funcionales del mismo al plantear un programa de tratamiento de las fracturas del radio distal.

Técnicas de reducción cerrada

En los años 20, Böhler introduce el concepto de tracción manual del miembro aplicada al antebrazo y contracción a nivel del brazo (**figura 82**).

Principios de reducción cerrada y estabilización.

El mayor desafío del tratamiento cerrado en los casos de fracturas con desplazamiento dorsal consiste en reducir dicha deformidad y conservar la alineación obtenida sin una excesiva flexión de la muñeca. Incluso los casos de los que se consigue una correcta reducción cerrada puede ocurrir un desplazamiento secundario y acortamiento del radio. Aunque la actitud de la muñeca en *máxima* flexión palmar y desviación ulnar (posición del recolector de algodón) es biomecánicamente eficaz para la restauración de la desviación volar aplicada, no debe mantenerse ya que no puede asociarse con una peligrosa compresión del nervio mediano.

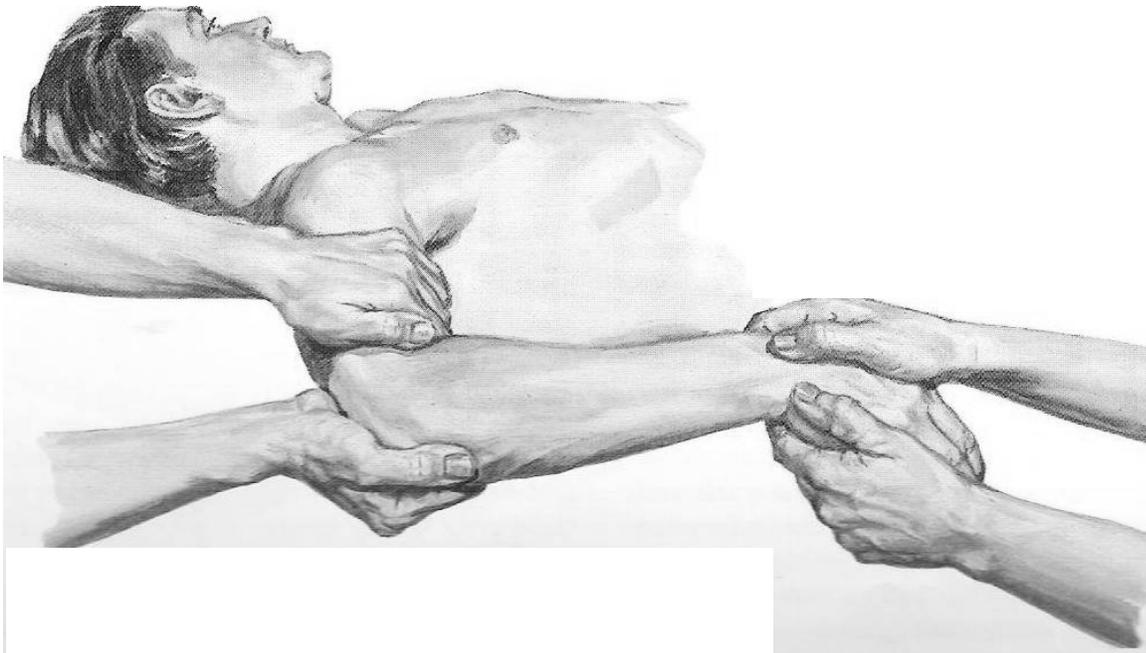


Figura 82. Tracción manual, con el tirón principal del lado radial, causa una ligera desviación ulnar y flexión de la mano. La presión del pulgar y el índice ayuda a alinear los fragmentos. La férula en pinza de azúcar o el yeso se colocan mientras la tracción es mantenida. (Imagen de Netter's Concise Atlas of Orthopaedic Anatomy (Netter Clinical Science) Jon C. Thompson. Saunders; 1st ed. 2001)

Desviación palmar aplicada con yeso

Agee, introdujo el concepto de ligamentotaxis multiplanar con la utilización de fijadores externos, donde se combina la tracción longitudinal del miembro con una traslación palmar y radioulnar de la mano con respecto al antebrazo. La traslación palmar y radioulnar de la mano con respecto al antebrazo. La traslación palmar crea un momento de fuerza en el plano sagital que moviliza al hueso grande y a su vez al semilunar que rota volarmente. Estos movimientos generan una serie de fuerzas rotatorias que angulan palmarmente de forma efectiva al fragmento distal del radio. De forma similar, Gupta, en 1991 describe este mecanismo mediante inmovilización con yeso. Este autor afirma que los resultados en fracturas conminutas son mejores cuando la muñeca se inmoviliza en extensión, posición en la que se produce una tensión de los potentes ligamentos carpianos volares (radioescafo-capitato y radiocapitato) y que generan la aparición de un vector que angula palmarmente el extremo distal del radio. Agee también defiende la desviación radioulnar para conseguir realinear los fragmentos distales con la diáfisis del radio en el plano frontal que se consigue al tensar las partes blandas que toman como fulcro el espacio entre el primer y segundo compartimento dorsal. La consecución de una correcta alineación en el plano frontal es fundamental para reconstruir la relación anatómica primaria entre la escotadura sigmoidea y la cabeza ulnar. La aplicación de una fuerza dorsopalmar para restaurar la angulación volar anatómica del radio en el acto de la reducción es importante para poder posteriormente inmovilizar la muñeca en posición neutra o ligera extensión. Es en esta posición donde tanto los dedos como los tendones flexores y extensores se encuentran en una posición más favorable para el inicio de posterior de la rehabilitación.

Conforme la tracción longitudinal es aplicada al carpo, la tensión se transmite en su mayoría a través de los ligamentos radioescafo-capitato y radioulnar largo para restaurar la longitud radial. De forma similar, la pronación del carpo puede corregir indirectamente la deformidad en supinación del fragmento distal.

La ligamentotaxis tiene un número de inconvenientes cuando se aplica para el tratamiento de fracturas del radio distal intraarticulares desplazadas. Primero, debido a que los ligamentos exhiben un comportamiento viscoelástico, en donde hay una pérdida gradual de la fuerza de distracción inicial aplicada al sitio de fractura a través de la relajación del estrés. La mejoría inmediata en la altura e inclinación radiales y en la inclinación volar se encuentran significativamente disminuidas al momento de la remoción del fijador.

La tracción no corrige la inclinación dorsal del fragmento fracturario distal. Esto es debido a que los ligamentos radiocarpales volares fuertes son cortos, y traccionan longitudinalmente antes de que los ligamentos radiocarpales dorsales delgados ejerzan alguna tracción. Un vector dirigido dorsalmente es aún necesario para restaurar la angulación volar normal. Esto se consigue usualmente al aplicar presión manual con el pulgar sobre el dorso del fragmento distal. Con fracturas intraarticulares, la ligamentotaxis reduce el fragmento de la estiloides radial, pero por las razones antes mencionadas, esto no reduce un fragmento lunar deprimido. Cuando existe un cizallamiento sagital del fragmento medial, la tracción causa que el fragmento volar medial rote, lo que a menudo necesita una reducción abierta.

Método de tratamiento: al enfrentarse a una fractura aguda del extremo distal del radio, el primer paso consiste en una preparación del campo de la fractura similar a la realizada en quirófano, de unos cinco minutos de duración. Se recomienda infiltrar el hematoma asociado a la fractura con lidocaína al 1% sin adrenalina, esperando la distribución del anestésico por el área de la fractura durante cinco minutos aproximadamente. Si la fractura no es aguda y existe un edema de partes blandas importante es preferible un bloqueo regional (axilar) o anestesia general. Se traccionan los dedos de la mano con la ayuda de dedales de tracción que se aplican en el pulgar, índice y dedos largos con una contratracción aplicada en el brazo de 2.5Kg a 4.5Kg.

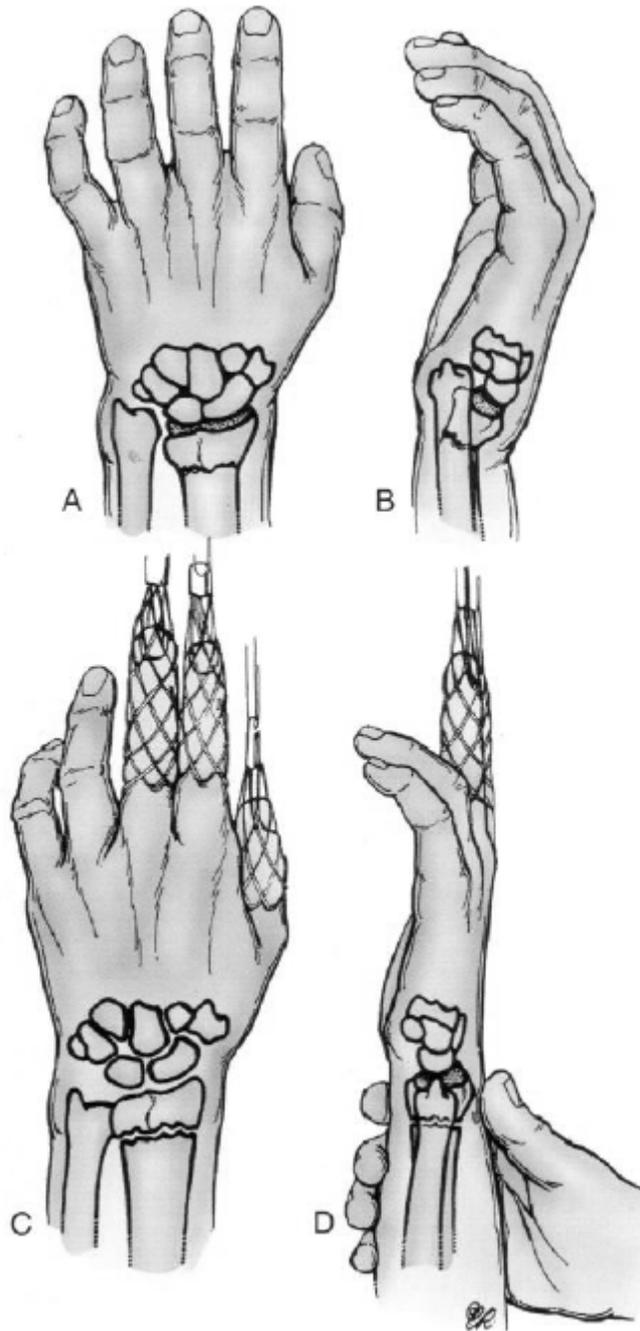


Figura 83. A y B, fractura del radio distal. C y D, método de reducción recomendado por nosotros en este tipo de fracturas. Tras suspender el miembro gracias a la tracción aplicada por los dedos y desimpactar la fractura, presionamos con el pulgar sobre el fragmento distal.

(Fernandez DL, Wolfe SW. Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. En: Green's Cirugía de la mano. Tomo 1).

Se pide al paciente que se relaje lo máximo posible. Transcurridos de 5 a 10 minutos de tracción del miembro desde los dedos, el médico responsable del tratamiento presiona con su pulgar sobre el

fragmento desplazado en el sentido de reducir el desplazamiento. En una fractura con angulación dorsal desplazada, se manipula el fragmento con el pulgar para conseguir una traslación neutra o ligeramente palmar del mismo y ligera pronación con respecto a la diáfisis del radio. Se realiza una radiografía con la tracción mantenida para valorar la reducción conseguida con o sin yeso dependiendo de la estabilidad obtenida.

Posición de inmovilización.

La posición recomendada para inmovilización de una fractura metafisaria distal del radio desplazada dorsalmente, aquella en la que la muñeca se encuentra en posición neutra o de ligera flexión, desviación ulnar y rotación neutra del antebrazo. Aunque puedan existir diferentes argumentos a favor de la inmovilización de estas fracturas en completa supinación o pronación, se recomienda inmovilizarlas en rotación neutra ya que parece asociar un menor porcentaje de complicaciones a la hora de ganar la rotación completa del antebrazo y al tiempo, se mantiene la reducción de la fractura. En pacientes con inestabilidad de la ARUD puede ser necesario inmovilizar en supinación. En fracturas extraarticulares con angulación volar, donde existe una deformidad rotatoria en pronación del fragmento distal de manera constante, es necesario inmovilizar en extensión y supinación (de 45° a 60°) con una férula bivalva o un yeso largo de forma casi obligatoria durante 4 semanas, continuando con un yeso corto durante 2 semanas más.

Se deben inmovilizar todas las fracturas agudas del extremo distal del radio con una férula bivalva que incluya el codo [pinza de azúcar] (**figura 84**). Esta inmovilización se coloca cuando todavía se encuentra suspendido el miembro por los dedos de tracción tras la reducción. Conforme comienza el fraguado del yeso, se modela según la posición deseada. Este tipo de férula permite tolerar de forma adecuada la inflamación que se produzca en el miembro y además estabiliza de forma correcta la fractura. Conforme disminuye el edema se puede ajustar un poco más de la férula mediante la aplicación de un vendaje

compresivo de *Kling*^{xv} de 10cm, eliminando de esta manera el paso del cambio de la misma que podría acarrear la pérdida parcial o total de reducción de la fractura.

Cambiamos la férula bivalva por un yeso corto o largo a las 2 o 3 semanas dependiendo de la gravedad de la fractura y del estado del paciente. Hay que realizar el control radiológico a la semana advirtiéndole al paciente que es posible que exista cierta pérdida de reducción de la fractura. En fracturas en las que se pueda prever la existencia de un desplazamiento secundario pese a la inmovilización es necesario repetir las radiografías y revisar el yeso semanalmente hasta la consolidación de la fractura. Si se produce un desplazamiento con la inmovilización con yeso o la férula hay que plantearse la estabilización ósea en quirófano.

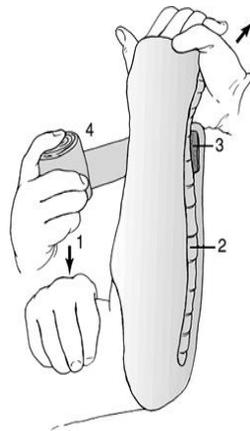


Figura 84. Una férula de pinza de azúcar se coloca alrededor del codo y el antebrazo y se sostiene usando un vendaje de gasa circunferencial. Se debe extender desde la superficie dorsal de las articulaciones metacarpofalángicas a la superficie volar del sitio de fractura.

(De: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown C, eds. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*, 6th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2006.)

- **Tratamiento de las Fracturas inestables: fijación ósea.**

Como se dijo con anterioridad, la inestabilidad se define como la incapacidad de una fractura a resistir el desplazamiento después de que se ha manipulado a una posición anatómica. Una fractura se considera

^{xv} Vendaje con *Gasa de Kling*: se trata de un tipo especial, la gasa es tejida de tal modo que tiende a retraerse. Se amolda y fija fácilmente.

inestable según las características enunciadas en el **cuadro 1** (sección 1.8), o aquellas que presentan colapso o desplazamiento secundario durante el curso del tratamiento conservador.

REDUCCIÓN CERRADA Y ESTABILIZACIÓN CON AGUJAS PERCUTÁNEAS

Debido a que muchas de las fracturas inestables del radio distal tienden a desplazarse de nuevo una vez han sido inmovilizadas con un yeso, el tratamiento con agujas percutáneas es un método relativamente sencillo y eficaz indicado en casos de fracturas reductibles extraarticulares y en articulares simples sin conminución metafisaria y con una calidad ósea aceptable.

Se han descrito numerosas técnicas en la bibliografía: existen diferentes maneras de implantación de las agujas percutáneas, a través de la estiloides radial, dos agujas cruzadas, agujas intrafocales en el trazo de fractura, transulnares oblicuas sin atravesar la ARUD, una transestiloidea y la segunda atravesando la ARUD e implante de varias agujas transradioulnares atravesando la ARUD.

Kapandji popularizó la técnica del enclavado doble con agujas a través del foco de fractura para conseguir reducir y estabilizar las fracturas del radio distal. Esta técnica debe reservarse mejor para los casos de fracturas del radio distal no articulares y sin conminución aunque las nuevas mejoras de la técnica con el uso de pines cónicos ha hecho mejorar los resultados con este tipo de tratamiento no sólo en las no articulares, sino también en algunos casos de fracturas articulares. Esta técnica debe realizarse en el quirófano, bajo anestesia regional (bloqueo axilar). No es necesario realizar isquemia, pero el uso de un intensificador de imágenes facilita el proceso y acorta los tiempos quirúrgicos. Una vez alcanzado un nivel satisfactorio, se prepara la extremidad y se colocan unos dedales de tracción estériles en los dedos. Se tracciona axialmente de la extremidad a través del dedal como se describió con anterioridad aplicando entre 2.5 a 4.5kg de contratracción a nivel del brazo. Se realiza una reducción cerrada y se comprueba radiológicamente el resultado. El implante de las agujas se realiza con el miembro suspendido o bien con tracción horizontal aplicada en la mesa de quirófano. Se prefieren agujas de

Kirschner de 1.6mm ya que pueden introducirse con un minimotor con una mano mientras que la otra mano queda libre y la utilizamos para reducir la fractura.

Bajo control radioscópico se introduce una aguja en el foco de la fractura en dirección radioulnar hasta llegar a la cortical ulnar del radio (**figura 85-A**). Se dirige distalmente tanto la aguja como el motor que actúan como brazo de palanca y se consigue movilizar el fragmento distal del radio, recuperando la angulación radial normal. Se introduce una segunda aguja en el sitio de fractura formando 90° con la primera en sentido dorsovolar (**figura 85-B**). Hay que introducirla hasta la cortical volar del radio de unos 12° a 15°. Posteriormente se introduce la segunda aguja atravesando la cortical volar del radio.

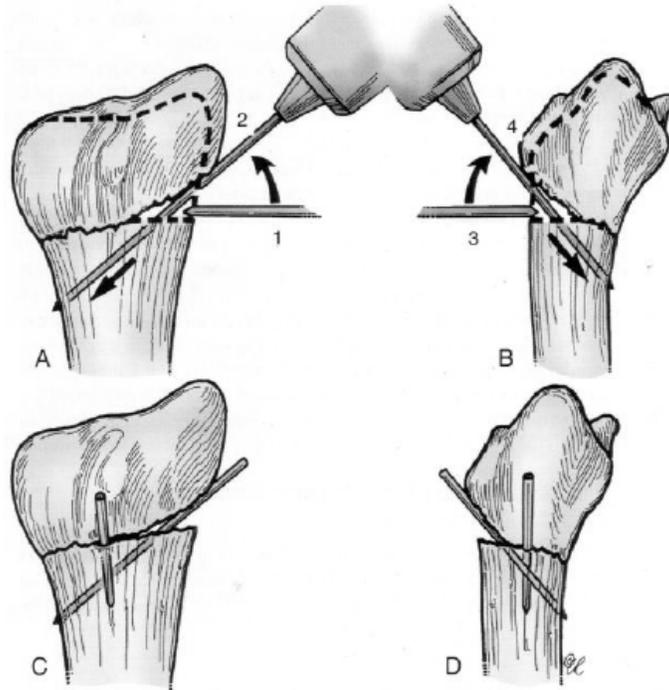


Figura 85. Técnica de Kapandji del "doble enclavado intrafocal" para reducir y estabilizar fracturas del extremo distal del radio. Se introduce una aguja de 1.2 o 1.5 mm en el foco de fractura en dirección radioulnar. Una vez que se alcanza la cortical ulnar del radio la aguja se utiliza como elevador y se recupera la inclinación ulnar del extremo distal del radio en el plano frontal. Se introduce la aguja hasta la cortical ulnar del radio para aumentar la estabilidad. Posteriormente se introduce otra aguja en la cara dorsal de la muñeca, dentro del foco de fractura formando 90° con la primera y de forma similar se consigue recuperar la inclinación palmar de la extremidad distal del radio.

(Fernandez DL, Wolfe SW. Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. En: Green's Cirugía de la mano. Tomo 1).

Se retiran los dedos de tracción y la contratracción. Si radiológicamente es una fractura estable, se doblan y cortan las agujas un centímetro por encima de la piel y se colocan unos tapones. Si por el contrario se comprueba que la fractura no está correctamente estabilizada es necesario introducir agujas adicionales atravesando ambos fragmentos.

Para prevenir la aparición de escaras cutáneas hay que incidir la piel de forma generosa en la zona de entrada de las agujas, teniendo cuidado de no lesionar los nervios cutáneos, colocamos una férula posterior bivalva bien almohadilla durante 3 semanas que se cambia por yeso corto durante 3 semanas más. A las 2 semanas se permite realizar una completa rotación del antebrazo. Se retira el yeso y las agujas 5 semanas después de la reducción.

Fijación externa en las fracturas del radio distal.

Desde que apareció la idea original de Roger Anderson del uso de una tracción esquelética aplicando un fijador externo portátil en el tratamiento de las fracturas conminutas del radio distal ha existido una evolución considerable y constante tanto en el desarrollo de la técnica como de los implantes desde el punto de vista tecnológico. Uno de los dos principales avances ha sido el hecho de reconocer que la excesiva distracción es perjudicial para la mano y el nervio mediano y que favorece la aparición de rigidez. En segundo lugar, se ha comprendido que la distracción aislada (ligamentotaxis) no consigue reducir las fracturas desplazadas especialmente las que presentan zonas conminutas o fragmentos articulares. Algunos autores promulgan la realización de miniabordajes, estabilización de la fractura con agujas y aporte de injerto óseo de cresta iliaca que rellena el defecto esponjoso creado una vez reducida la fractura articular, conseguida la alineación metafisaria y restaurada la longitud final del radio con el fijador externo.

Finalmente, la rigidez articular residual relacionada con largos períodos de inmovilización de las fracturas complejas estabilizadas con un sistema estático de fijación, se ha tratado de solucionar mediante la

retirada precoz del implante, favorecido por el estímulo que supone para la consolidación de las fracturas el aporte de injerto autólogo de cresta iliaca y/o suplementar la fijación externa con algún sistema de fijación interna o uso de agujas de Kirschner. La movilización precoz controlada de la muñeca consigue entre las 3 y 5 semanas después de la lesión sin que exista un riesgo aumentado de desplazamiento si se ha utilizado un sistema de estabilización adicional. Hay que valorar el beneficio respecto a la disminución de rigidez articular al movilizar de forma precoz la muñeca frente al riesgo de desplazamiento secundario, consolidación en mala posición y artrosis precoz.

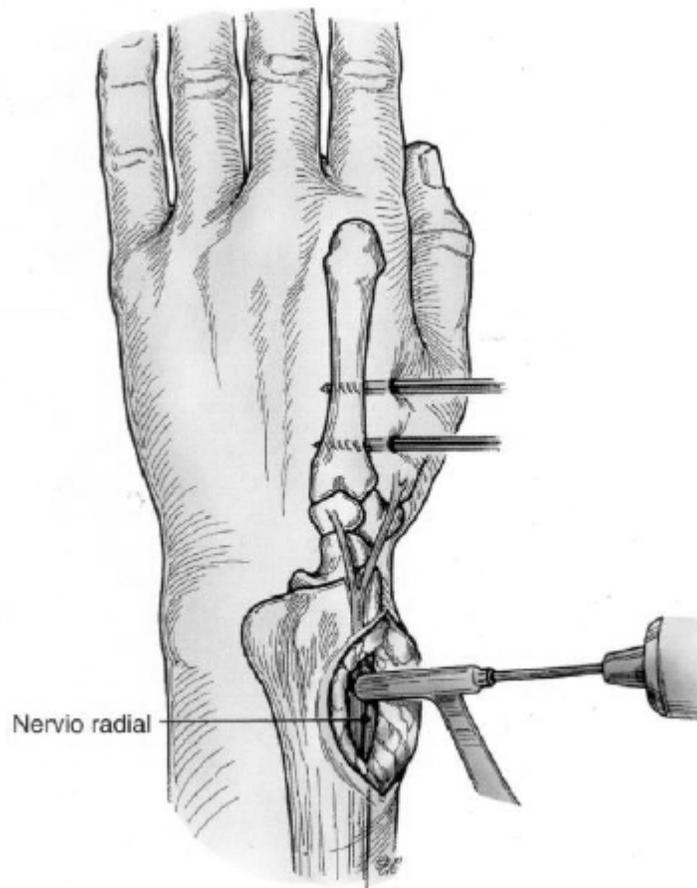


Figura 86. Implante de un fijador externo una vez que de forma previa se han colocado dos agujas de 3 mm de rosca parcial en la base del segundo metacarpiano. Se debe implantar la segunda manera dos agujas roscadas parcialmente de 3mm de diámetro en el radio distal con visión directa del mismo. Es necesario identificar y proteger la rama sensitiva del nervio radial y posteriormente introducir la aguja con la ayuda de un protector de partes blandas.
(Fernandez DL, Wolfe SW. Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. En: Green's Cirugía de la mano. Tomo 1).

Cuadro 3. Fijación Externa Puenteada.
Indicaciones de Fijación Externa Temporal: ⁹³
Comparado con la fijación convencional con placas, la fijación externa puenteada puede usarse de forma temporal o puede utilizarse como tratamiento definitivo de las fracturas de radio distal.
1. Manejo inicial de fracturas expuestas graves con extensa pérdida de tejidos blandos.
2. Medida temporal en el manejo de pacientes politraumatizados
3. Transferencia pendiente a un complejo de tercer nivel para el manejo definitivo de la fractura
Indicaciones de Fijación Externa Definitiva:
1. Fracturas de radio distal inestables extra-articulares.
2. Fracturas intraarticulares de dos fragmentos y algunas de tres fragmentos sin desplazamiento.
3. Fijación interna y externa combinada.
Contraindicaciones de la Fijación Externa:
La fijación externa por puenteo no debe utilizarse como el único método de estabilización en las siguientes situaciones:
1. Translación ulnar debida a una ARUD inestable.
2. Fracturas por cizallamiento intraarticulares volares (Barton, Barton inversa)
3. Luxaciones radiocarpales/roturas de ligamentos volares carpales.
4. Importante conminución metafisaria.

Reducción abierta y fijación externa combinada con fijación interna

Existen estudios a largo plazo que demuestran que existe una correlación entre la discapacidad de la muñeca y la deformidad postraumática. Por este motivo existe un interés especial en restaurar al máximo la anatomía de la región mediante la combinación de fijación interna; injerto óseo y/o técnicas de fijación externa. Hay trabajos en los que se constata la efectividad de la combinación de estos procedimientos. Seitz y cols. obtienen un 92% de resultados satisfactorios en 51 pacientes con una media de edad de 50 años. Edwards y Clayton tienen un 96% de buenos o excelentes resultados con fijación externa, y Jakim y cols. tuvieron unos resultados excelentes en el 83% de sus pacientes en una serie de 132 casos combinando fijación externa, miniabordaje local, fijación interna con agujas de Kirschner y el uso de un intensificador de imágenes. Leung y cols. combinan la fijación externa con injerto de cresta ilíaca en 100 casos, lo que les permite retirar el fijador a las 3 semanas de la cirugía, continuando el tratamiento con la aplicación de un yeso funcional durante 3 semanas más. Los

resultados en esta serie fueron buenos o excelentes en casi todos los pacientes. En varios artículos recientes que estudian casos tratados mediante técnicas combinadas con un periodo corto de tiempo de fijación externa estática, la movilidad final de la muñeca oscila en rangos medios de unos 120° de flexoextensión y unos 140° a 150° de rotación del antebrazo.

El incremento y especialización de procedimientos clínicos en los que no se realizan técnicas de puenteo de la fractura tanto en fracturas no articulares como en articulares simples permiten una movilización precoz de la muñeca con una disminución consiguiente de la aparición de rigidez en estos casos.

Técnica de fijación externa.

Es un procedimiento que se realiza bajo bloqueo axilar o anestesia general. Una vez anestesiado se prepara el miembro de manera estéril en el quirófano desde la punta de los dedos hasta la parte más distal del brazo, justo por debajo del manguito de isquemia que se encuentra colocado en el brazo. Se colocan unos dedales estériles en el pulgar, el índice y también en los dedos medio y anular. Se realiza abducción del brazo y se tracciona desde los dedales realizando contracción en el brazo con unos 2.5Kg. Se colocan campos quirúrgicos y se infla el manguito neumático de isquemia. De manera alternativa puede realizarse una tracción en el plano horizontal mediante uno de los sistemas de tracción incorporados en la mesa de quirófano radiotransparente.

Se realizan radiografías estándar en los planos PA y lateral. Es muy útil cubrir con hules estériles el intensificador de imágenes. El tiempo que se tarda en vestir y disponer del intensificador es suficiente para conseguir la descompresión de los fragmentos. Si fuera necesario podemos realizar movimientos de flexión y extensión suaves de la muñeca para desimpactar aún más los fragmentos óseos. La reducción manual posterior se realiza en el sentido de la aplicación de las fuerzas inversas a la deformidad existente para restaurar la anatomía de la muñeca. De esta manera se consigue reducir la inclinación radial y el acortamiento. El desplazamiento dorsal a menudo sólo puede ser reducido hasta una

alineación neutra de la carilla articular con respecto al eje de la diáfisis. En el caso que se utilice un fijador externo tipo *WristJack* (*Hand Biomechanics Lab, Sacramento, CA*), se puede realizar un primer gesto de reducción mediante la tracción y suspensión inicial con los dedos y posteriormente afinar esta reducción con control radiológico una vez que está implantado dicho fijador. Este implante permite aplicar una traslación volar del carpo de forma independiente, hecho mediante el cual puede conseguirse recuperar la inclinación volar del extremo distal del radio.

Se realizan dos incisiones de 1cm en la cara dorsal y radial de la base del segundo metatarsiano y de la diáfisis del radio. Mediante disección roma se diseca hasta llegar al segmento óseo metacarpiano con ayuda de tijeras. Se coloca un protector de partes blandas de 3.2mm sobre el metacarpiano y se introduce dos medias agujas de rosca parcial y autoterrajantes formando un ángulo dorsal de unos 30° a 45° con respecto al plano frontal de la mano y el antebrazo. Se debe atravesar la cortical ulnar del segundo metacarpiano pero no llegar hasta el tercero. Posteriormente se realiza una incisión de unos 4cm proximal a la muñeca (a unos 8 a 12cm) y mediante disección roma se alcanza la diáfisis radial. Se debe identificar y proteger el nervio radial. Se introducen 2 agujas de 3mm de rosca parcial (con una separación de 1.5cm) a través del protector de partes blandas entre los tendones del *extensor carpi radialis longus* y *extensor carpi radialis brevis* formando una angulación dorsal de unos 30° con el antebrazo en el plano frontal. Se debe atravesar la cortical medial del radio sin protruir de manera excesiva sobre la membrana interósea. Es necesario controlar radioscópicamente la posición de las agujas. Se sutura con nailon 4-0 y se coloca el tutor del fijador externo de forma apropiada. En el caso del tratamiento de fracturas estables puede ser suficiente la implantación de un fijador simple monobarra con distracción. En fracturas conminutas inestables puede ser necesaria la implantación de un fijador externo complejo compuesto por varias barras. Si se utiliza el fijador externa tipo *WristJack* es obligatorio que las agujas de la mano y del antebrazo estén en el mismo plano.

Si se decide realizar una técnica en la que no se puentea el segmento lesionado, la implantación de las agujas proximales es similar a lo ya descrito mientras que las distales se introducen en el seno del fragmento distal de la fractura. Se coloca una aguja radial a través de una incisión realizada en la cara dorsal y radial entre los extensores de la muñeca en la cara dorsal y radial entre los extensores de la muñeca en la mitad del fragmento distal de la fractura. Su dirección es dorsovolar, paralela a la articulación radiocarpiana en el plano sagital. Implantar una segunda aguja en la cara ulnar del fragmento distal a través de una incisión realizada entre el 4to y 5to compartimentos extensores. Su dirección es dorsovolar pero ligeramente inclinado desde ulnar a radial hasta alcanzar la cortical palmar y ulnar del fragmento distal. Nos aseguramos que la estabilidad de las agujas es correcta y se realiza una reducción cerrada utilizando los implantes a la manera de palancas para recuperar la inclinación volar del fragmento. Se acoplan las agujas con conectores y barras separadas para crear un fijador con forma triangular (**figura 87**).

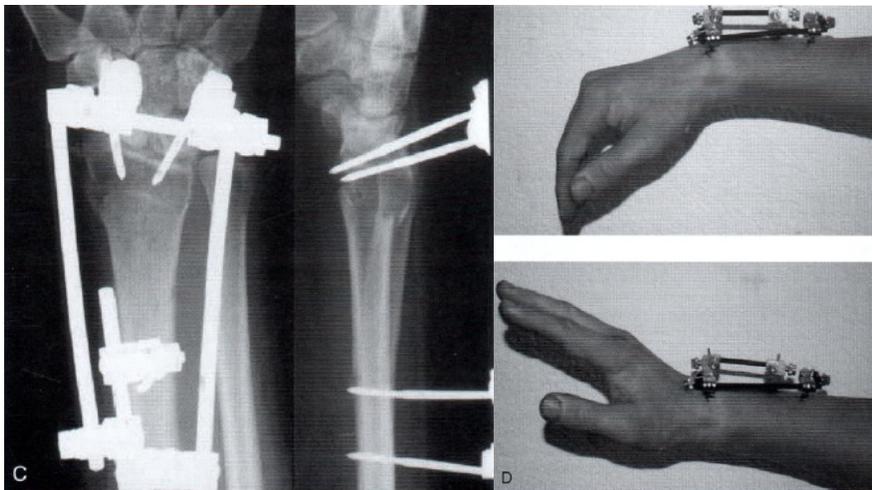


Figura 87. Colocación de un fijador sin el segmento fracturado. Se observa la posición convergente de las agujas distales en el plano frontal y el paralelismo de las mismas en el plano sagital, observando una correcta reducción (C) y movilización precoz de la muñeca (D). (Fernandez DL, Wolfe SW. Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. En: Green's Cirugía de la mano. Tomo 1).

Se coloca una inmovilización ligera con una férula que incluye la palma con material de fibra de vidrio o yeso si bien esta inmovilización, que proporciona una estabilidad adicional, es algo opcional. Se hace esta inmovilización discontinua al 5° día que es cuando se realiza la primera curación en el caso de utilizar un

fijador complejo. Si el fijador colocado es simple, se hace discontinua la férula a las 3 semanas. El fijador se retira a las 6 semanas. Se recomienda al paciente la limpieza diaria (una o dos veces) de la superficie de contacto piel/aguja con peróxido hasta que la herida cicatrice y prevenir la aparición de una infección en el trayecto de las agujas. Hay que realizar movilización activa y pasiva de los dedos una vez que cesan los efectos de la anestesia e incitar al paciente a su realización durante todo el tiempo que porte dicho fijador.

Técnica de fijación externa suplementada con agujas percutáneas

Una vez implantado el fijador externo, simple o complejo, y con control de imagen, se introducen agujas de Kirschner de 1.2 o 1.5mm en los fragmentos de la fractura y se fijan a la diáfisis radial proximal. Una o dos agujas se introducen a través del fragmento de la estiloides radial y una a través del fragmento dorsal medial, **combinación que proporciona la máxima estabilidad adicional**. Estas agujas deben perforar la cortical proximal pero en ningún momento alcanzar la diáfisis ulnar.

Se cortan las agujas dejando aproximadamente 1cm por fuera de la piel y se colocan unos tapones de protección. También se coloca una férula volar como se explicó anteriormente.

Los principios mencionados de reducción cerrada sólo son aplicables en los casos en los que la fractura es reducible. Los casos donde existen fragmentos impactados y un desplazamiento considerable que no se reducen mediante ligamentotaxis y maniobras de reducción cerrada requieren la realización de un abordaje limitado y una reducción abierta.

Técnica de fijación externa combinada con reducción abierta, síntesis con agujas de Kirschner, fijación interna e injerto óseo.

Se coloca el miembro sobre una mesa de mano bajo isquemia y se implanta un fijador estándar monolateral como se describió anteriormente tras reducir la fractura de forma manual o con dedos de

tracción. La articulación de la muñeca es abordada por vía dorsal a través de una incisión media longitudinal. Se elevan los colgajos cutáneos y se reparan radial y ulnarmente. Se realiza una apertura del retináculo extensor sobre el tubérculo de Lister, separando el extensor pollicis longus radialmente. Se disecciona con bisturí por detrás del 4to compartimento extensor dejando parte de la cápsula con los tendones del *extensor digitorum* y parte de la misma intacta. De igual manera se disecciona por debajo de los extensores radiales el segundo compartimento. En este momento se puede realizar una denervación selectiva de un segmento del nervio interóseo posterior en la base del 4to compartimento extensor. Se separan los extensores de la muñeca y el *extensor pollicis longus* hacia radial y los extensores de los dedos hacia ulnar. Se puede realizar una capsulotomía transversa a nivel de la articulación radiocarpiana si es necesario para verificar la reducción articular obtenida. Se estabiliza el fragmento que engloba la estiloides radial con dos agujas de Kirschner que se insertan a través de dicha estiloides hasta la cortical ulnar de la metáfisis radial. Levantamos manualmente los fragmentos que interesan a la fosa semilunar con ayuda de una palanca ósea con un punzón y se estabilizan de manera percutánea con agujas de Kirschner de 1.2mm introducidas desde la cara radial de la muñeca. El recorrido de estas agujas suele ser a través de la estiloides radial, por debajo del hueso subcondral de las carillas articulares escafoidea y semilunar y a través de los fragmentos levantados pero en ningún caso deben llegar hasta la ARUD. Si existe una alteración de la interlínea articular que involucra a la escotadura sigmoidea del radio, hay que asociar algún gesto quirúrgico para conseguir una reducción anatómica de la misma. Si el fragmento volar y ulnar permanece desplazado, debemos intentar una maniobra de reducción a través de un abordaje limitado por vía volar para prevenir la aparición de un desplazamiento secundario del carpo hacia volar.

Se realiza el cierre de la herida reconstruyendo en primer lugar la cápsula articular y el retináculo del aparato extensor. Es favorable la inmovilización posterior del antebrazo con una férula bivalva durante 3 semanas. Tras 4 a 6 semanas, se retira el fijador externo, coloca una férula discontinua y se comienza la

movilización suave de la muñeca. Se puede conservar las agujas durante 2 a 3 semanas más según las preferencias del cirujano.

El desplazamiento del mismo es debido bien a la impactación de algunos de los fragmentos distales sobre el hueso esponjoso o por la existencia de un defecto óseo en la zona metafisaria del radio distal. De forma rutinaria realizamos un aporte de injerto óseo en todos los casos en los que existe un defecto óseo subcondral de forma independiente del tamaño del defecto si se ha tenido que realizar una movilización de algún fragmento articular. El injerto óseo proporciona un soporte mecánico correcto a los pequeños fragmentos osteocartilaginosos y cataliza de manera positiva la consolidación de la fractura por su potencial osteogénico. El injerto de hueso autólogo es fácil de conseguir y tiene una serie de ventajas teóricas sobre otras alternativas posibles en cuanto a injertos y sustitutivos. La morbilidad del sitio donante se disminuye mediante la utilización de trépanos o instrumental específico para estos gestos quirúrgicos. En los casos que fuese necesario un aporte importante de hueso como por ejemplo para la realización de osteotomías de corrección, donde es fundamental obtener un injerto bicortical, nosotros utilizamos la siguiente técnica abierta.

- **Fracturas articulares: reducción asistida por artroscopia, reducción abierta por abordajes limitados, estabilización específica de cada fragmento y reducción abierta por abordajes estándar.**

Indicaciones y contraindicaciones.

La reducción abierta de las fracturas articulares del radio distal se indica en pacientes activos con una calidad ósea aceptable donde no existe patología concomitante de la muñeca cuando no puede conseguirse una restauración de la superficie articular por medios cerrados de manipulación, ligamentotaxis o manipulaciones percutáneas. La realización de una reducción abierta diferida puede indicarse en los casos que ha habido un desplazamiento de la fractura tras una reducción aceptable

inicialmente. Las fracturas articulares en pacientes mayores, inactivos y en aquellos con una severa osteopenia, se han considerado tradicionalmente como una contraindicación para la reducción abierta por el riesgo de complicaciones inherentes que incluyen el fracaso de los dispositivos de fijación, pseudoartrosis iatrógena, y síndromes de dolor regional complejo. Sin embargo, con la introducción de implantes preformados con estabilidad angular, tanto las fracturas no articulares como las articulares simples en este segmento de pacientes (ancianos, activos, osteoporóticos), pueden tratarse de manera satisfactoria mediante una reducción abierta y osteosíntesis. El soporte subcondral que brindan las agujas de ángulo fijo o los tornillos que quedan estabilizados a la parte distal de la plaza reduce la incidencia de hundimiento de los diferentes fragmentos o los desplazamientos secundarios ya que actúa de manera similar a un fijador externo pero en este caso podríamos denominarlo fijador interno.

De forma general los factores que limitan la reconstrucción quirúrgica de la superficie articular incluyen el número de fragmentos, el tamaño de los mismos, la cantidad de hueso esponjoso impactado y las lesiones primarias del cartílago que aparecen asociadas. No es posible conseguir una reducción anatómica exacta si existe una conminución que excede de 4 a 5 fragmentos de tamaño bastante considerable. Si el número de fragmentos sobrepasa la cantidad mencionada, las posibilidades de conseguir una reducción anatómica perfecta de la superficie articular y de paso minimizar la evolución hacia una artrosis precoz de esta articulación son escasas. Sin embargo, esto no es impedimento para la necesidad de conseguir una alineación extra e intraarticular así como corregir la longitud correcta del radio de la forma más perfecta posible mediante la utilización de fijadores externos. En estos casos los esfuerzos deben centrarse en conseguir mejorar la relación anatómica del radio y la ulna y una alineación normal de la mano y el carpo con respecto al eje mayor del antebrazo. Si aparecen cambios degenerativos artrósicos de forma secundaria, la ausencia de una pseudoartrosis metafisaria y la longitud correcta de los huesos del antebrazo facilitarán la realización de procedimientos secundarios de reconstrucción.

Algoritmo del tratamiento de las fracturas articulares del radio distal.

Si sólo existe un componente simple articular (no más de dos fragmentos) y no se asocia conminución metafisaria, puede ser suficiente la realización de una reducción cerrada, asistida mediante artroscopia o percutánea. En los casos que se realiza una reducción percutánea, se manipulan los fragmentos con cartílago mediante un periostotomo o punzón a través de un miniabordaje cutáneo bajo control radiológico y/o artroscópico con una mínima agresión de partes blandas. Muchos de estos casos pueden estabilizarse con implantes percutáneos como agujas de Kirschner y/o tornillos canulados según quedó reflejado en secciones anteriores, suponiendo que existe una correcta calidad ósea (ausencia de osteoporosis). Si la fractura tiene un trazo articular simple pero existe conminución metafiso-diafisaria amplia, la fijación externa y/o interna con placas de estabilidad angular son los métodos de elección para conseguir recuperar la longitud del radio y la alineación metafisaria. En los casos que no se consigue recomponer la anatomía de la articulación por métodos cerrados o ligamentotaxis con la aplicación de un fijador externo, podemos realizar una reducción percutánea o a través de un abordaje limitado en combinación con el aporte de injerto óseo. En los casos que la fractura tenga más de dos fragmentos articulares con una conminución metafisaria considerable o incluso diafisaria, es necesario realizar una reducción a través de un abordaje amplio. La utilización de injerto óseo se hace cada vez más necesaria ya que no es posible desimpactar y realinear los pequeños fragmentos cartilaginosos articulares, ni reducir los segmentos del borde volar y ulnar que se encuentran rotados mediante tracción con los dedos ni con el uso del fijador externo mediante ligamentotaxis.

Tratamiento artroscópico de las fracturas del extremo distal del radio.

La artroscopia de muñeca con fines diagnósticos y terapéuticos está aceptada por un amplio sector de cirujanos de la mano. El uso conjunto de esta técnica en combinación con procedimientos percutáneos ofrece unas determinadas ventajas en el tratamiento de las fracturas del extremo distal del radio.

Mediante la artroscopia podemos monitorizar de una forma mínimamente invasiva el grado de reducción articular alcanzado sin dañar en ningún momento el aparato capsulo-ligamentario, hecho inherente con cualquier reducción abierta. Además, mediante la exploración artroscópica podemos realizar de una forma más fina el diagnóstico de posibles lesiones ligamentosas carpianas, de las superficies articulares de los huesos del carpo y del TFCC. Si está indicado puede realizarse de forma simultánea la reconstrucción de las lesiones de partes blandas del carpo o la ARUD concomitantes mediante artroscopia o a través de un abordaje limitado.

Doi y cols. han demostrado que existe una importante mejoría en cuanto al rango de movilidad así como de reducción de la fractura en un estudio de cohortes prospectivo en pacientes que han sido tratados mediante artroscopia respecto a un grupo de pacientes tratados de forma convencional mediante reducción abierta y fijación interna en fracturas articulares desplazadas del radio. Ninguno de los casos tratados mediante artroscopia requirió control radiológico de la reducción articular conseguida. Diversos autores recomiendan de forma rutinaria la realización de artroscopia para confirmar la reducción articular conseguida tras demostrarse que existe un alto grado de inoperancia al realizar el control con fluoroscopia. Las lesiones concomitantes grados III o IV de los ligamentos interóseos escafolunar o lunotriquetral aparecen en hasta el 40% de los pacientes y bien pudieran tratarse de forma correcta mediante la estabilización temporal con agujas de Kirschner durante 6 a 8 semanas.

Técnica quirúrgica: reducción artroscópica y estabilización con agujas.

Si se considera la realización de una reducción asistida mediante artroscopia y una estabilización de una fractura articular del radio es aconsejable reducir y estabilizar la fractura mediante una férula de yeso al menos durante 72 horas antes de la cirugía. El día ideal para la realización de la reducción artroscopia está entre 3 y 7 días tras la lesión. En las fracturas tratadas de forma aguda mediante artroscopia hay que asumir la extravasación del líquido hacia las partes blandas, con lo que aumenta el riesgo de

aparición de síndrome compartimental. Después de siete días, sin embargo, resulta difícil desimpactar los fragmentos sin realizar una reducción abierta estándar.

El miembro se prepara y se colocan campos quirúrgicos de manera estándar y se suspende y tracciona mediante dedales de tracción estériles del segundo y tercer dedo de la mano. Hay que cubrir posteriormente la mano desde la metacarpofalángica hasta la base del metacarpiano y el antebrazo justo proximal a la muñeca y hasta el codo con un plástico estéril de Coban para prevenir la extravasación del líquido. Se explora radioscópicamente la fractura, tomando la decisión del tipo de tratamiento, bien mediante fijación interna o de forma percutánea. Si el tipo de fractura requiere reducción abierta y fijación interna, no se realiza la artroscopia, retirándose los dedales de tracción y colocando el miembro sobre una mesa de mano para la realización del procedimiento elegido. Si se decide realizar una fijación externa con o sin agujas adicionales, el sistema de estabilización se implanta antes de la exploración artroscópica obviando de esta manera la necesidad de utilizar separadores.

Se inserta la cámara del artroscopio a través del portal 3-4 y se realiza un portal de lavado en 4-5 o 6U. se irriga de forma copiosa la articulación para arrastrar los restos hemáticos y coágulos presentes en la misma y mejorar la visualización. Una vez realizado esto, se mantiene la irrigación a través del portal 6U y los portales de trabajo se establecen en 1-2 y 4-5. Se ha demostrado la validez de la realización de un portal volar y radial creado a través de una incisión mínima sobre el tendón del palmar mayor. Se utilizan agujas de Kirschner de 1.5mm que se implantan sobre los fragmentos articulares mayores y funcionan a modo de mandos. Se realiza la reducción anatómica con ayuda de los mandos y se controla la reducción mediante artroscopia, que si es aceptable se estabiliza con agujas de Kirschner percutáneas de 1.2mm o 1.5mm. Reforzamos esta síntesis con agujas con el uso de un yeso o un fijador externo en posición neutra y dejamos las agujas durante 6 a 8 semanas hasta que se produce la consolidación.

Las roturas concomitantes de los ligamentos interóseos escafolunar y lunopiramidal deben reducirse de manera anatómica y estabilizarlas con agujas o ser tratadas mediante una reconstrucción a través de la articulación mediocarpiana. Las agujas intercarpianas permanecen durante ocho semanas al menos comenzando a partir de ese momento un programa gradual de ejercicios suaves que se continúan con otros resistidos más adelante. La desinserción completa periférica del disco articular del TFCC también puede tratarse mediante la sutura artroscópica en el momento de reducir la fractura.

Reducción abierta a través de un abordaje limitado

La reducción a través de un abordaje limitado se define como la realización de una exposición y reducción quirúrgica abierta selectiva de aquellos fragmentos que permanecen desplazados pese a la realización de una reducción cerrada, tracción con dedos o ligamentotaxis con un fijador externo. El principal objetivo de esta técnica consiste en conseguir la reducción anatómica de la fractura sin realizar un abordaje excesivo y minimizar el uso de implantes con el objetivo de lesionar lo menos posible las inserciones ligamentosas y por tanto la iatrogenia sobre las partes blandas y el aporte vascular óseo. Es particularmente útil en el tratamiento de las fracturas articulares del radio en cuatro partes sin conminación metafisaria. La alineación metafisaria, la correcta longitud del radio y la reducción del fragmento del radio distal que incluye la estiloides radial pueden controlarse fácilmente con tracción longitudinal del miembro y diversas maniobras de reducción. Sin embargo, el manejo de los fragmentos dorso y volulares que producen la alteración casi completa de la fosita del semilunar y la sigmoidea pueden permanecer desplazados debido a la impactación de los mismos en el hueso metafisario o por la interposición de partes blandas. Mediante esta técnica se trata de reducir estos fragmentos tras la fijación percutánea del fragmento que incluye la estiloides radial.

La elección de una determinada vía de abordaje depende de la localización del fragmento desplazado. Si el fragmento volar y ulnar se encuentra rotado, se realiza una vía palmar. Debido a que sólo es necesario

exponer el lado volar de la ARUD y la esquina ulnar del radio, suele ser suficiente con la realización de una incisión paralela al trayecto del tendón del *flexor carpi ulnaris*, inmediatamente proximal al pliegue de flexión de la muñeca. Se puede realizar una apertura del ligamento anular del carpo si fuese necesario prolongando la incisión en zigzag atravesando el pliegue de flexión hacia la palma de la mano. Se disecciona el intervalo entre los tendones flexores, la arteria y el nervio alcanzado con tal disección el nivel del músculo pronador cuadrado y la cápsula articular de la muñeca. Normalmente el borde más distal del pronador cuadrado está desinsertado como consecuencia de la fractura, lo que permite una visualización perfecta de la línea metafisaria de fractura y los fragmentos volares y ulnares desplazados sin tener que realizar una gran disección de partes blandas. Si el músculo se encuentra intacto hay que realizar una desinserción parcial de la parte más ulnar y separarlo proximal y radialmente para exponer la fractura. Se debe tener un cuidado especial en no lesionar la rama volar del complejo ligamentario radioulnar. Se reduce de manera cuidadosa el fragmento ulnar y colar del radio para conseguir restaurar la continuidad de la cortical palmar en la zona metafisaria, hecho que puede facilitarse mediante la aplicación de una fuerza dirigida dorsalmente y guiada con un punzón o elevador perióstico. Dependiendo del tamaño del fragmento puede estabilizarse bien con una aguja de Kirschner que se introduce oblicua en dirección volodorsal. La aguja debe aparecer a través de la piel del lado dorsal, debiendo tener cuidado en que su extremo palmar termine a ras con el nivel cortical del fragmento y no interfiera con el grupo de los tendones flexores. Se puede reforzar la estabilización con la ayuda de una sutura u otra aguja adicional que se introduce a través de la cortical metafisaria proximal creando un efecto de banda de tensión. En fragmentos mayores es preferible la implantación de una placa de soporte. Estos gestos consiguen restaurar la estabilidad palmar de la fractura y proporcionar una base sólida sobre la cual es posible conseguir la reducción y/o estabilización del fragmento dorsal y ulnar o del fragmento de impactación del lunatum (*die-punch*).

En los casos de que el fragmento que se quiere reducir es el dorsal y ulnar, se realiza una incisión longitudinal a través del quinto compartimento extensor. Hay que tener cuidado de no lesionar el ligamento dorsal radioulnar del TFCC. Mediante la ayuda de una aguja de Kirschner a modo de mando o un periosteotomo se eleva el fragmento óseo y se consigue restaurar la superficie articular. Hay que retirar la tracción al realizar la reducción de este fragmento que el semilunar actúa de forma similar a una plantilla y nos ayuda en el sentido que permite una reconstrucción fina de la carilla lunar del radio distal. Se realiza una capsulotomía dorsal transversa si es necesario para explorar directamente la superficie articular y comprobar la calidad de la reducción obtenida de la fosita lunar. Si ambos fragmentos están anatómicamente reducidos, significa que se ha conseguido restaurar la congruencia de la articulación respecto al trazo horizontal de fractura y que se da por hecho que la cavidad sigmoidea está también reducida. Posteriormente, y con un control de imagen, se introduce una aguja bien transversa que atraviesa la estiloides radial (sin llegar a la ARUD) u oblicua desde el ángulo dorsal y ulnar del fragmento distal hasta el proximal en dirección volar y radial. En los casos que persista un defecto entre el fragmento de radio por impactación del lunatum (*die-punch*) y la estiloides radial se puede realizar un gesto de reducción con la ayuda de una pinza o punzón tratando de cerrar este espacio y mejorando la calidad de la reducción.

Estabilización específica de cada fragmento.

En un intento por disminuir la morbilidad asociada con las grandes disecciones quirúrgicas y la utilización de placas de osteosíntesis del radio distal, Robert Medoff ideó un sistema híbrido de fijación percutánea con placas y agujas que está diseñado para realizar la estabilización individual de cada uno de los fragmentos a través de mínimas incisiones cutáneas. Esta técnica implica la utilización de materiales modulares ultrafinos que pueden ser moldeados para adaptarse a las diferentes situaciones posibles e implantados en la columna radial e intermedia de la metáfisis del radio para conseguir un montaje rígido.

La clave de este sistema de implantes es la denominada aguja placa que combina la versatilidad de las agujas de Kirschner con la rigidez de las placas y tornillos. La rigidez de las agujas ante fuerzas de inflexión aumenta de manera considerable al pasar estas agujas a través del agujero de una placa que a su vez se encuentra estabilizada a la parte proximal del radio, creando un sistema híbrido de agujas y placa rígido con tres puntos de estabilización. En diversos estudios biomecánicos imitando un modelo de fractura metafisaria inestable se ha demostrado que el implante de dos agujas de 2.0mm formando una angulación de 50° a 90° en el plano axial, proporciona una estabilidad estadísticamente superior a una aguja de Kirschner reforzada con un fijador externo o al uso de una placa dorsal en "T" tradicional de 3.5mm. La estabilización específica de cada fragmento está indicada en los casos de fracturas articulares e inestables del radio distal y está contraindicada en fracturas con participación importante de la metáfisis o diáfisis y en casos de osteoporosis.

El fragmento de la estiloides radial constituye la piedra angular para la consecución de una reducción y estabilización correcta de cualquier fractura articular del extremo distal del radio, y debe ser el primer paso realizado en cualquier tratamiento quirúrgico de este tipo de fracturas. Otros fragmentos importantes son el borde volar del radio, los componentes dorsales y palmares de la carilla lunar del radio y la cavidad sigmoidea y los posibles fragmentos impactados en la zona metafisaria. Es suficiente con una fuerza de 2.5kg a 4.5kg, aplicada a través de los dedos del 2° y 3^{er} dedo o con ayuda de una mesa de tracción, para conseguir la alineación de los fragmentos. El fragmento de la estiloides radial se aborda mediante una incisión de 4 a 5cm en la cara volar y radial de la metáfisis, justo radial a la arteria radial y palmar respecto a los tendones del primer compartimento extensor. Las ramas superficiales sensitivas del radial y el nervio cutáneo antebraquial se separan conjuntamente con los colgajos cutáneos, y se abre el primer compartimento dorsal para exponer y separar los tendones. Se realiza una tenotomía longitudinal del braquiorradial y se separa con un periosteotomo las dos mitades hasta exponer el hueso radial. Para completar la exposición palmar del radio es necesario desinsertar

parcialmente el pronador cuadrado en la zona más próxima al braquiorradial y exponemos completamente la estiloides radial tras la separación dorsal por debajo del segundo compartimento extensor. Se reduce anatómicamente la estiloides y se estabiliza con una aguja de Kirschner de 1.2mm. A continuación se trabaja sobre la columna media del radio, reduciendo y estabilizando los fragmentos de la fosa lunar y los impactados.

Si existen pequeñas porciones volares, pueden ser abordadas y reducidas a través de una vía volar y ulnar reducida como se describió anteriormente. El fragmento volar y ulnar puede estabilizarse de manera apropiada con un sistema de agujas volar de soporte con forma de marco, que proporciona una osteosíntesis rígida y que da soporte de forma directa a la superficie articular de la carilla articular linar fracturada. La existencia de fragmentos volares de mayor tamaño requiere la estabilización con placas volares de soporte en forma de "L" que se aplican a través de una incisión volar y radial como se mencionó con anterioridad.

Los fragmentos metafisarios dorsales se exponen a través de una incisión subperióstica universal dorsal de unos 4 a 5cm centrada en el tercer compartimento. El *extensor pollicis longus* se disecciona y se separa de su compartimento, obteniendo una perfecta visualización de la metáfisis del radio al disecar y elevar el segundo y/o cuarto compartimento extensor tras disecarlos subperiósticamente. No suele ser necesario realizar una capsulotomía dorsal para explorar la articulación ya que podemos asegurarnos con la realización de un estudio de imagen por radioscopia. La presencia de fragmentos dorsales y ulnares aislados puede abordarse a través de una incisión limitada de unos 2cm sobre el quinto compartimento dorsal si bien no es posible alargar esta incisión en el caso que fuese necesario llegar hasta la metáfisis proximal y el acceso a los fragmentos impactados.

Los fragmentos de la columna intermedia dorsales se reducen directamente y se estabilizan mediante miniplacas de 2.0mm y tornillos o con algún sistema de agujas en marco que son capaces de fijar y

estabilizar pequeños fragmentos periarticulares. El uso de injerto óseo o algunos de los sustitutos disponibles se recomienda para reforzar la reducción de los fragmentos articulares desimpactados. Completamos la reducción retornando de nuevo a la estiloides radial y aplicando una aguja placa de 2.0mm y tornillos. Es importante que el sistema de estabilización 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 de fijación. Se cierra la herida aproximando el periostio por encima de los implantes dorsales y radiales. Se sutura el braquiorradial de forma continua para proporcionar una capa de tejido blando entre el implante y el primer compartimento dorsal. El *extensor pollicis longus* se transpone fuera de su comportamiento cerrando el retináculo extensor entre el 2° y 4° compartimento. Se explora la ARUD respecto a la estabilidad de la misma y se realiza el tratamiento oportuno en el caso que se detecte alguna anomalía. Se inmoviliza el miembro con una férula bivalva que incluye al codo en ligera supinación durante 5 a 10 días permitiendo la cicatrización de partes blandas.

El proceso de rehabilitación está condicionado por la rigidez de la osteosíntesis aunque los pacientes pueden comenzar un programa de ejercicios activos sin resistencia a la semana de la operación. La realización de ejercicios de fuerza comienza una vez que se evidencia la presencia de consolidación ósea a las 6 a 8 semanas de la intervención.

Reducción abierta amplia o formal

Como concepto, la reducción abierta amplia y fijación interna implica la exposición quirúrgica de todos los componentes de la fractura (metafisarios y articulares) a través de un abordaje quirúrgico mayor. Está indicado en las siguientes situaciones: 1) fracturas metafisarias no articulares por inflexión que no pueden reducirse; 2) fracturas por cizallamiento marginales de la superficie articular; 3) fracturas articulares no reductibles; 4) fracturas-luxación radiocarpianas; 5) pérdida precoz de la reducción o consolidaciones en mala posición incipientes (articulares o metafisarias); 6) fracturas asociadas con

lesiones del carpo o de partes blandas (nervios, vasos, tendones o síndrome compartimental), y 7) fracturas del extremo distal del radio asociadas a fracturas del antebrazo y/o codo ipsilaterales.

La elección de la vía de abordaje depende de la localización y dirección del desplazamiento de los fragmentos. De esta manera, clásicamente los fragmentos desplazados radial o dorsalmente son abordados por día dorsal, mientras que los fragmentos palmares se exponen a través de incisiones palmares. Ha existido un interés creciente en el tratamiento de las fracturas con desplazamiento dorsal articulares o extraarticulares tratadas mediante placa volar con el fin de disminuir la morbilidad que supone la implantación de una placa dorsal en el territorio de los tendones extensores. La vía volar permite igualmente la reconstrucción de la cápsula volar en los casos de fractura-luxación radiocarpiana y si es necesaria la realización de una liberación del nervio mediano o la fasciotomía del compartimiento flexor. En las ocasiones que exista un desplazamiento dorsal y volar de los fragmentos puede realizarse un doble abordaje de la muñeca.

Estabilización con placa por vía dorsal

Si bien se han publicado unos resultados aceptables con la utilización de placas dorsales en el tratamiento de las fracturas del radio distal, la incidencia de complicaciones concomitantes sobre el aparato extensor en forma de irritación, sinovitis por rozamiento y rotura tendinosa no es despreciable. Para prevenir estos problemas se recomienda la cobertura del implante con un colgajo del retináculo aunque no siempre previene la aparición de las complicaciones.

Si se utiliza una placa dorsal simple en el tratamiento de una fractura inestable del radio distal el cirujano debe informar al paciente de la posibilidad de retirar la placa y el intento de cobertura distal del implante con el retináculo extensor u otro tejido. El colgajo de retináculo de base ulnar se inicia radial al segundo compartimento y se eleva hasta exponer al *extensor pollicis longus* y la mitad radial del cuarto compartimento. Tras aplicar la placa, parte del implante queda debajo del cuarto compartimento y el

resto bajo el 2° y 3°. Durante el cierre de la herida el colgajo de retináculo se emplea para cubrir la placa en el lado radial y el *extensor pollicis longus* se transpone a una situación subcutánea.

Al realizar una osteosíntesis con una placa dorsal convencional en una fractura distal del radio, es importante la utilización de injerto de cresta iliaca o alguno de los sustitutivos óseos disponibles en los posibles defectos óseos metafisarios y subcondrales. El injerto óseo proporciona un soporte mecánico interno para los pequeños fragmentos cartilaginosos, favorece la consolidación de la fractura y proporciona un potencial osteogénico al hueso que ha sido parcialmente privado de las partes blandas de alrededor de la fractura. También compensa el hecho de realizar un abordaje ampliado requerido para la implantación de la placa. Si se utilizan implantes de estabilidad angular con soporte subcondral se reduce la necesidad de injerto ya que disminuyen las posibilidades de desplazamiento secundario de los fragmentos óseos.

Estabilización con placa por vía volar.

De manera independiente del desplazamiento de los fragmentos distales (dorsal, volar, radial), la utilización de placas por vía volar de las fracturas extraarticulares es un método eficaz de estabilización que reduce algunas de las posibles lesiones de las partes blandas asociadas a la colocación de placas por vía dorsal (**cuadro 4**). Las ventajas de la exposición volar y el implante de una placa palmar son las siguientes:

- Suele ser fácil conseguir la reducción de las fracturas desplazadas dorsalmente, lo que es beneficioso por que en la cortical volar sólo suele existir un trazo lineal transversal metafisario.
- La reducción anatómica de la cortical volar facilita la reconstrucción de la longitud del radio, la inclinación ulnar y volar.

- No hay lesión iatrógena de las fuentes vasculares de los fragmentos dorsales al no existir disección de la zona dorsal conminuta y por tanto, no lesionar las vainas tendinosas, el periostio y el retináculo dorsal.
- La existencia de un mayor espacio volar así como la existencia del vientre del pronador cuadrado, que se interpone entre ambos, evita el contacto directo de la placa volar con los tendones flexores y minimiza la morbilidad asociada a éstos respecto a la placa dorsal.

Cuando utilizamos implantes de ángulo fijo que proporcionan un soporte subcondral con tornillos o pernos, el control del acortamiento y el desplazamiento secundario de los fragmentos articulares es mejor y se reduce la necesidad de injerto óseo.

Se exponen las fracturas del radio distal a través de una vía volar de Henry en su parte más distal entre la arteria radial y el palmar mayor. Se realiza una incisión longitudinal de 8 a 9cm sobre el recorrido distal del *flexor carpi radialis*. Se accede al espacio virtual por debajo de los tendones flexores y se separan todos los tendones hacia el lado ulnar protegiendo de esta forma al nervio mediano. Separamos radialmente la arteria y la vena radiales y se realiza una incisión en "L" en la inserción más radial del pronador cuadrado, el cual se lleva desde el lado radial reflejándolo ulnarmente. La reducción de las fracturas extraarticulares desplazadas hacia dorsal se consigue mediante la desimpactación de la cortical volar del fragmento distal mediante hiperextensión dorsal de la muñeca que se encuentra situada sobre un rodillo con la ayuda de un periosteotomo como palanca y posteriormente flexionando la muñeca para conseguir una reducción anatómica de la cortical palmar. Se estabiliza la fractura de forma provisional con una aguja de Kirschner que se introduce desde la estiloides radial y se aplica una placa volar de estabilidad angular para el tratamiento de fracturas desplazadas dorsalmente.

Se coloca la placa volar sobre el extremo distal del radio controlando por radioscopia su posición. Se implanta un tornillo centralmente en el agujero oval más distal de la rama vertical de la placa, lo cual

permite movilizar el implante proximal o distalmente hasta conseguir la posición correcta de la parte distal de la misma. La fijación distal de la placa se consigue a través de la inserción de tornillos o pernos de bloqueo de forma perpendicular a la misma. Es necesario realizar unos agujeros perfectos con la broca con la ayuda de guías especiales de taladro de tal manera que se garantice el perfecto acoplamiento de las cabezas con rosca de los tornillos con la rosca recíproca de los agujeros de la placa. Resulta de ayuda la realización de una proyección lateral con inclinación del aparato de radioscopia de unos 20° o 30° de distal a proximal para obtener una correcta visualización de la posición subcondral de los tornillos o pernos de bloqueo. Este adquiere una mayor importancia en los casos de osteoporosis ya que el soporte subcondral aportado tendrá un efecto positivo contra el colapso de la fractura, siempre que los tornillos estén colocados inmediatamente por debajo de la placa subcondral. La zona subcondral metafisaria del radio conserva unas propiedades de soporte de carga mayor que el hueso esponjoso osteoporótico de la zona metafisaria. Tras completar la estabilización con los tornillos o pernos roscados, se cubre el implante con una porción del pronador cuadrado suturándolo al borde del braquiorradial y se cierra la herida por planos colocando un drenaje de succión. Se coloca una férula de yeso hasta la retirada de los puntos de sutura que se continúa con una férula discontinua de confort. Hay que instruir a los pacientes que inicien el movimiento activo de la articulación y a utilizarla de forma suave para las actividades diarias menos exigentes. En los pacientes ancianos con hueso osteoporótico, el tratamiento postquirúrgico se determina de forma individual según los resultados e impresiones alcanzados tras la cirugía. Si no se ha conseguido suficiente agarre al implantar los tornillos, puede aplicarse una inmovilización del antebrazo tras la retirada de la sutura hasta 5 semanas después.

Cuadro 4. Aspectos Destacados: Estabilización con Placas Volares de Estabilidad Angular.

Indicaciones:

- Fracturas extraarticulares del radio distal (incluidas las osteoporóticas)
- Consolidaciones en mala posición precoces o establecidas.
- Fracturas articulares.

Aspectos técnicos:

- Se realiza una incisión longitudinal a lo largo del tendón del *palmaris longus*
- Hay que exponer el pronador cuadrado entre el *flexor carpi radialis* y la arteria radial
- Se desinserta el pronador cuadrado mediante una incisión en "L"
- Se reduce la fractura mediante desimpactación de la cortical volar
- Se realiza una estabilización temporal con una aguja de Kirschner a través de la estiloides radial
- Se estabiliza la placa respecto a la diáfisis comenzando por el agujero oval más proximal
- Se determina con ayuda de imagen la posición más correcta de la placa
- Se insertan los tornillos o pernos roscados en posición subcondral
- Mediante una proyección lateral se comprueba la perforación y la colocación de agujas
- Se completa la estabilización de la placa con la diáfisis.

En casos de consolidación en mala posición y en fracturas intraarticulares irreductibles se recomienda un abordaje ampliado del flexor carpi radialis que incluye:

- Tenotomía del braquiorradial
- Liberación del primer compartimento dorsal
- Pronación del fragmento proximal (opcional)

Cuidados Postoperatorios:

- Se coloca una férula palmar durante 14 días hasta retirar la sutura
- Si el resultado es correcto, se inicia la terapia de rehabilitación con ejercicios de fortalecimiento
- Se realiza evaluación radiológica a las 4 a 6 semanas de la cirugía

1.13 Complicaciones de las fracturas del radio distal.⁹⁴

La mayor parte de las fracturas distales del radio son lesiones relativamente benignas que pueden tratarse de forma satisfactoria mediante inmovilización con yeso o férula. Sin embargo, un número importante de estas lesiones produce una grave morbilidad a largo plazo. El mecanismo de lesión es el principal factor determinante del resultado a largo plazo y de la frecuencia de aparición de complicaciones en estas lesiones. En general, las complicaciones pueden agruparse en aquellas relacionadas con la lesión y aquellas relacionadas con el tratamiento, y se subdividen en función de las estructuras anatómicas afectadas. Es importante ser consciente de las posibles complicaciones, especialmente de las que se producen en este tipo de fracturas tan frecuente, ya que se dan a menudo conflictos legales y casos de persecución de las malas prácticas.

- **Consolidación en mala posición**

La consolidación en mala posición del radio distal es uno de los problemas más habituales. Suele afectar a la población de mayor edad, aunque también se puede ver en niños y en adultos, especialmente después de traumatismos de alta energía. Se puede producir una consolidación en mala posición tanto después del tratamiento quirúrgico como del conservador y, de forma característica esto ocasiona una pérdida de altura del radio y de la inclinación ulnar y volar de la superficie articular distal del radio. Con menos frecuencia, la consolidación en mala posición de las fracturas intraarticulares puede producir una pérdida de la congruencia articular. Además de la deformidad estética, las fracturas consolidadas en mala posición generan problemas como inestabilidad mediocarpiana, síndrome de impactación ulnar, artrosis radiocarpiana y artrosis o inestabilidad de la articulación radioulnar distal.

Las nuevas técnicas también son aplicables al tratamiento de las consolidaciones en mala posición. Todos los aspectos relacionados con el tratamiento de esta compleja situación clínica continúan evolucionando,

e incluyen desde innovaciones en las técnicas de imagen hasta la fijación de pequeños fragmentos o los sistemas de osteosíntesis. Para tratar las consolidaciones en mala posición de la muñeca, el cirujano necesita un profundo conocimiento anatómico, clínico y técnico, así como un detallado conocimiento de las indicaciones y los resultados esperables con las diversas opciones de corrección quirúrgica. La mala posición incluye cambios en la angulación, acortamiento, incongruencia articular, deformidad rotacional. El tratamiento más eficaz de una consolidación en mala posición del radio distal es su prevención. La combinación de estudios clínicos y de ciencia básica ha contribuido a definir qué fracturas se asocian a la predisposición a sufrir una consolidación en mala posición después de un tratamiento conservador. Los pacientes jóvenes y activos suelen recibir un tratamiento quirúrgico más agresivo que los pacientes ancianos, con bajas demandas, que viven en residencias. Sin embargo, con el aumento de las expectativas de vida, muchos pacientes mayores continúan activos hasta etapas tardías de la vida y, en estos casos, una fractura de radio distal consolidada en mala posición puede ser muy limitante. El tratamiento quirúrgico de las fracturas que cumplen ciertos criterios suele evitar el desarrollo de un colapso o deformidad tardíos. Sin embargo, es fundamental el juicio del cirujano a la hora de aplicar estos criterios a cada paciente concreto.

Cuadro 5. Criterios Pronósticos de Deformidad Tardía y Mala Posición.⁹⁴

Angulación dorsal >20°
Acortamiento >5mm
Escalón articular > 1 a 2mm
Fractura desplazada por cizallamiento (AO/ASIF tipo B)
Fractura de alta energía en pacientes jóvenes y activos
Fracturas con reducción cerrada inadecuada
Fracturas en las que se pierde la reducción

- **Seudoartrosis**

La seudoartrosis se define como un fracaso en el progreso de la consolidación ósea, mientras que un retraso de consolidación, no un fracaso de ésta, se considera cuando el progreso de la consolidación es

significativamente más lento de lo esperado y, por tanto, se pierde la reducción y/o suele ser necesaria una intervención quirúrgica.

La pseudoartrosis es particularmente rara debido a que la mayor parte de las fracturas distales del radio afectan a la porción metafisaria del radio distal, que suele consolidar rápidamente. Las lesiones de alta energía que implican una afectación importante de las partes blandas, junto con la fijación interna combinada volar y dorsal, aumentan el riesgo de pseudoartrosis como consecuencia de la desvascularización. Una inmovilización inadecuada, debida con frecuencia a la falta de cumplimiento terapéutico, también aumenta el riesgo de pseudoartrosis; una infección profunda y una neuropatía periférica son también posibles causas. La pseudoartrosis suele requerir una intervención quirúrgica, por la presencia de dolor, deformidad y limitación funcional.

Como en la mayoría de los escenarios en los que una escasa capacidad de consolidación puede producir un aumento de la morbilidad, la prevención de la pseudoartrosis presenta grandes ventajas. Desafortunadamente, no existen indicaciones claras, aceptadas de forma universal, para el tratamiento quirúrgico de las fracturas de la apófisis estiloides ulnar. La fijación quirúrgica de todas las fracturas de la estiloides ulnar es un tratamiento excesivamente agresivo, dada la baja tasa de pseudoartrosis sintomática que se observa en la población con fracturas de muñeca. Con el desarrollo de indicaciones más específicas para la fijación quirúrgica y las mejoras en los implantes, podrán evitarse muchas pseudoartrosis sintomáticas. Se recomienda que se traten la mayoría de las fracturas de la estiloides de forma no quirúrgica, con las siguientes dos excepciones: 1) una fractura de la estiloides asociada a inestabilidad de moderada a grave de la ARUD, o asociada a una luxación; si el fragmento de la estiloides es demasiado pequeño puede extirparse y reinsertar el TFCC en el lecho óseo; 2) si el fragmento de la apófisis estiloides ulnar es grande y su trazo se extiende hasta la base de la fovea, es mucho más fácil de tratar en la fase aguda (generalmente en el momento de la fijación de la fractura de radio distal) que

cuando se produce una pseudoartrosis, tanto en lo referente a la reducción como a la fijación. Además, la presencia de este tipo de fragmento predispone a largo plazo a la inestabilidad de la ARUD.

- **La articulación radioulnar distal**

Las fracturas del radio distal con frecuencia afectan a la congruencia y a la función de la articulación radioulnar distal. Las roturas del TFCC pueden ocasionar dolor o inestabilidad de esta articulación, y las fracturas que comprometen la integridad de la fosa sigmoidea, así como algunas fracturas de la apófisis estiloides ulnar, son susceptibles de producir inestabilidad de esta misma articulación. Las fracturas intraarticulares que afectan a la fosa sigmoidea también son causas de artrosis de la articulación radioulnar distal, y los implantes quirúrgicos distorsionan su función y la del tendón del extensor ulnar del carpo.

Después de una fractura del radio distal, únicamente en raras ocasiones las radiografías iniciales permiten diagnosticar la existencia de una inestabilidad. A veces, en estas radiografías puede observarse una separación de la ARUD o un desplazamiento dorsal del fragmento epifisarios del radio y de la estiloides ulnar separándose de la cabeza de la ulna. En la mayoría de los casos, sin embargo, las radiografías no son definitivas para valorar la estabilidad de la ARUD, y es necesario realizar pruebas de movilidad pasiva una vez estabilizada quirúrgicamente la fractura del radio. Aunque la prueba de peloteo (en inglés *ballotement*) de la ARUD ha sido claramente descrita, se trata, en el mejor de los casos, de una prueba subjetiva. Estos hallazgos siempre deben correlacionarse con la exploración de la muñeca contralateral, debido a que, en condiciones normales, la laxitud de la ARUD es bastante variable. Esta exploración debe realizarse también con el antebrazo en pronación y en supinación máximas. Característicamente, la inestabilidad después de una fractura de muñeca se observa mejor con el antebrazo en pronación.

- **Dolor en el lado ulnar de la muñeca**

El dolor en el lado ulnar de la muñeca es un hallazgo común tras la consolidación de la fracturas del radio. La lista de posibles causas es extensa (**cuadro 6**) y, en algunos pacientes, puede que no sea posible eliminar por completo los síntomas. Para reducir el abanico diagnóstico es necesario realizar una anamnesis detallada que permita detectar la localización del dolor y cualquier movimiento o actividad que puedan exacerbarlo. Una exploración minuciosa para localizar la zona de máximo dolor y documentar cualquier inestabilidad de la ARUD o del carpo contribuye a limitar aún más el diagnóstico diferencial. La realización de radiografías, artrografías y/o tomografía computada o resonancia magnética dependen de la presunta fuente de patología. Después de una fractura del radio, los pacientes pueden presentar más de una fuente de dolor.

Cuadro 6. Fuentes de Dolor en el Lado Ulnar de la Muñeca.
Roturas del TFCC
Inestabilidad de la ARUD
Rotura/inestabilidad del ligamento interóseo lunotriquetal
Impactación/protrusión ulnar
Artrosis proximal del hamatum
Contractura de la cápsula de la ARUD
Condromalacia/artrosis de la ARUD o de la fosa semilunar
Tendinitis/subluxación del <i>flexor carpi ulnaris</i>
Neuroma cutáneo
Seudoartrosis de la estiloides ulnar
Artrosis pisiforme-triquetal
Síndrome de dolor regional complejo tipo 1

El tratamiento del dolor del lado ulnar de la muñeca después de una fractura del radio depende, lógicamente, de la etiología subyacente. La rotura del TFCC es frecuente después de una fractura de muñeca, con una incidencia del 50% o más, y parece relacionarse con el grado inicial de desplazamiento y la angulación de los fragmentos óseos en el momento de la lesión. Aunque existe la posibilidad de utilizar la artrografía o la RM para identificar estas roturas, la artroscopia de muñeca continúa siendo el

patrón de referencia para el diagnóstico. El tratamiento de estas lesiones depende claramente de su localización.

- **Rigidez y contractura articular**

La pérdida de movilidad tras una fractura del radio distal es muy frecuente. El paciente suele presentar una función adecuada con el remanente de movilidad, por lo que no solicita tratamiento. Sin embargo, en pacientes con una movilidad muy restringida o pacientes con elevadas demandas funcionales y menos tolerancia a la rigidez, la incapacidad residual originada por la disminución del arco de movilidad necesita tratamiento. La intensidad de la pérdida de movilidad depende de múltiples factores, incluyendo las características de la fractura, las lesiones asociadas, el tipo de tratamiento realizado y factores dependientes del paciente. Afortunadamente, los pacientes tienen en general buena función, a pesar de la existencia de una rigidez residual de muñeca.

La deformidad residual de la articulación es, quizás, el factor más importante para predecir la recuperación de la movilidad. La incongruencia articular ocasiona una artrosis progresiva y una pérdida de la movilidad, mientras que cuanto mayor es la desviación de la consolidación en mala posición más disminuye el potencial de recuperación de la movilidad. La angulación dorsal de la superficie del radio ocasiona una deformidad en flexión compensadora del carpo, con la correspondiente disminución del grado de flexión de la muñeca. Además el aumento de la angulación dorsal y del acortamiento radial pueden modificar la mecánica de la ARUD, con la correspondiente pérdida de movilidad.

Otras causas de rigidez de muñeca pueden dividirse en intraarticulares o extraarticulares. Las causas intraarticulares son la artrofibrosis, la retracción, el engrosamiento y la fibrosis capsular y/o ligamentaria. Las causas extraarticulares incluyen las cicatrices cutáneas y del subcutáneo y la contractura musculotendinosa o la espasticidad.

El tratamiento de las contracturas de la articulación radiocarpiana tras una fractura distal del radio ha recibido poca atención en la bibliografía. La mayoría de los autores describen trastornos congénitos o espásticos como la artrogriposis, la parálisis cerebral, la enfermedad de Dupuytren o los accidentes cerebrovasculares. Los autores que describen las contracturas postraumáticas se centran principalmente en el tratamiento de las contracturas postraumáticas se centran principalmente en el tratamiento de las contracturas secundarias a quemaduras.

La movilidad normal de la muñeca se mide tradicionalmente como extensión, flexión, desviación ulnar y desviación radial de la muñeca. Los arcos de movilidad medios han sido estudiados por varios autores,^{95,96,97} la extensión máxima promedio es de 67°; la flexión, 77°; la desviación radial, 21°, y la desviación ulnar, 36°.

La muñeca puede funcionar de forma adecuada a pesar de que exista una importante disminución del arco de movilidad normal. Palmer y cols.⁹⁸ valoraron la movilidad funcional de la muñeca en 10 individuos asintomáticos durante 52 actividades estandarizadas. Observaron que las diferentes actividades necesitaban arcos y direcciones específicas de movilidad. La mayoría de las actividades se realizaban con la muñeca en extensión y en más de la mitad de ellas, en desviación ulnar. Los autores concluyeron, basándose en sus observaciones sobre las 52 actividades, que la movilidad funcional de la muñeca es de 5° de flexión, 30° de extensión, 10° de desviación radial y 15° de desviación ulnar.

- **Complicaciones neurológicas**

La lesión neurológica y el síndrome de dolor regional complejo suelen asociarse a las fracturas distales de radio. Habitualmente de afecta el nervio mediano, aunque la lesión del nervio ulnar y del nervio radial también se dan con frecuencia. La lesión nerviosa puede ser consecuencia del propio traumatismo o de la fijación quirúrgica. El síndrome compartimental, otra complicación asociada a las lesiones de alta energía y a pacientes que reciben tratamiento anticoagulante, debe diagnosticarse y tratarse

rápidamente para evitar un compromiso permanente de la función. A pesar de lo dicho, lo cierto es que en una proporción impresionante de pacientes se retrasa el diagnóstico de este síndrome, cuyo diagnóstico y tratamiento precoces suponen muchas ventajas y beneficios. El síndrome del dolor regional complejo, la lesión nerviosa y el síndrome compartimental comprometen de forma importante la función y, en algunos pacientes, si se produce un retraso significativo en su tratamiento, son la causa de aparición de dolor crónico.

Tabla 3. Criterios Diagnósticos Propuestos del Síndrome de Dolor Regional Complejo.		
Dolor	Síntomas referidos por el paciente	Signos que presenta el paciente
Continuo; desproporcionado al estímulo desencadenante	<i>Sensibilidad</i>	<i>Sensibilidad</i>
	Hiperestesia	Hiperalgesia (a la punción) Alodinia (al roce suave)
	<i>Vasomotor</i>	<i>Vasomotor</i>
	Temperatura asimétrica Cambios en el color de la piel Asimetría en el color de la piel	Temperatura asimétrica Cambios en el color de la piel Asimetría en el color de la piel
	<i>Sudoración/edema</i>	<i>Sudoración/edema</i>
	Edema Cambios en la sudoración Asimetría en la sudoración	Edema Cambios en la sudoración Asimetría en la sudoración
	<i>Motor/tráfico</i>	<i>Motor/tráfico</i>
	Disminución del rango de movilidad Disfunción motora (debilidad, temblor, distonía) Cambios tróficos (pelo, uña, piel)	Disminución del rango de movilidad Disfunción motora (debilidad, temblor, distonía) Cambios tróficos (pelo, uña, piel)

Síndrome de dolor regional complejo tipo I

Se ha observado que la incidencia del síndrome de dolor regional crónico tipo I tras una fractura distal del radio oscila entre menos del 2% y el 37%. Se piensa que este amplio rango es secundario a la variabilidad de los criterios utilizados para definir la enfermedad y al esfuerzo de los clínicos por diagnosticar esta situación.

La evolución natural del síndrome de dolor regional complejo tipo I es desconocida. Tradicionalmente, se consideraba que progresaba en tres fases: aguda, distrófica y atrófica. La fase aguda, desde el inicio a los tres meses, se caracteriza por la presencia de síntomas constantes de quemazón, alodinia, hiperalgesia,

edema y alteraciones de la sudoración. En la fase de distrofia, desde los tres hasta los nueve meses del inicio del cuadro, existe dolor persistente, rigidez, pérdida de los pliegues cutáneos y del vello y cambios en la coloración de la piel de la extremidad que van desde enrojecimiento hasta cianosis. Los pacientes en la fase atrófica, entre los nueve y los dieciocho meses tras la lesión, presentan típicamente una extremidad fría, pálida, seca, con contracturas fijas y con osteopenia grave. Esta progresión no se ha visto apoyada por los estudios prospectivos, aunque algunos autores sugieren que la situación no progresa sino que más bien tiende a permanecer estable o a mejorar con el tiempo. Harden y cols.⁹⁹ han propuesto que existen varios subtipos cuyas características constituyen las diferencias que previamente se habían atribuido a los estadios clínicos.

Todos los pacientes sufren una fractura del radio distal presentan riesgo de desarrollar un síndrome de dolor regional crónico tipo 1. Por lo tanto, debe considerarse este diagnóstico en todos los pacientes que experimentan un dolor más grave de lo que cabría esperar. Dado que el diagnóstico es clínico, no puede confirmarse mediante pruebas objetivas, aunque diversas pruebas diagnósticas pueden ser útiles para apoyar la impresión clínica. Ninguna prueba diagnóstica ha alcanzado el estatus de patrón de referencia debido a que su sensibilidad y especificidad son escasas o inconstantes. De hecho, es poco probable que una prueba pueda considerarse el patrón de referencia hasta que se identifiquen, acepten y validen criterios diagnósticos estandarizados.

Síndrome de dolor regional crónico tipo II

Los síntomas del síndrome de dolor regional crónico asociados a una lesión nerviosa identificables se clasifican como síndrome de dolor regional crónico tipo II (causalgia). El tratamiento es idéntico al tipo I del mismo síndrome, añadiendo el tratamiento de la lesión nerviosa específica. Es necesario liberar los atrapamientos nerviosos, si existe fibrosis abundante en el lecho nervioso, es útil recubrir el nervio con una vena. Asimismo, los neuomas se tratan con una desensibilización agresiva. Si persiste dolor

localizado importante, se realiza una sección nerviosa y se implanta el muñón nervioso en el interior de un músculo o bien de un hueso.

Síndrome del túnel del carpo agudo

Este túnel funciona como un compartimiento cerrado. Después de un traumatismo o de una fractura, la hemorragia y el edema resultantes pueden inducir un síndrome compartimental agudo en el interior del túnel del carpo. Con el aumento de la presión en el túnel del carpo disminuye la perfusión capilar al nervio mediano y finalmente se interrumpe, ocasionando un déficit funcional sensitivo y motor. La presión por encima de la cual la viabilidad del nervio está en riesgo, conocida como presión umbral crítica, es superior a 40mmHg en pacientes normotensos, o está 30mmHg por debajo de la presión diastólica.

Es importante constatar el tiempo transcurrido desde la fractura hasta el inicio de los síntomas. Si las parestesias aparecen inmediatamente después de la fractura debe sospecharse la presencia de una lesión directa del nervio mediano. Sin embargo, si el paciente comenta que las parestesias comenzaron varias horas después de la lesión, o después de la reducción cerrada, hay que sospechar de un síndrome del túnel carpiano agudo.

La posición de la muñeca también modifica las presiones del túnel del carpo, a mayor flexión o extensión aumenta la presión. También se sabe que la compresión externa aumenta las presiones intracompartimentales. Los yesos cerrados y los vendajes circulares pueden contribuir al desarrollo de un síndrome compartimental. Por último, se ha demostrado que la aplicación de una anestesia intrafocal aumenta la presión dentro del túnel del carpo.

Hay que preguntar a todos los pacientes con un traumatismo de muñeca si sufren parestesias, y debe realizarse una exploración neurológica meticulosa. En pacientes con una fractura distal de radio y disfunción progresiva del nervio mediano, el manejo inicial debe consistir en una reducción suave con la muñeca en posición neutra, inmovilización con férula y elevación. Si la etiología de la disfunción del

nervio mediano es dudosa, para realizar el diagnóstico definitivo es necesario medir la presión en el interior del túnel. Si la presión absoluta es mayor de 40mmHg o la diferencia respecto a la presión diastólica es menor de 30mmHg, debe liberarse el túnel.

Síndrome del túnel del carpo crónico

Este síndrome puede presentarse como una complicación tardía de las fracturas distales del radio. Se ha demostrado que está estadísticamente relacionado con la consolidación de la fractura en mala posición. El colapso del radio, con o sin angulación dorsal, es un factor de riesgo importante para la disfunción tardía del nervio mediano. Otros factores incluyen la presencia de un callo de fractura volar, cicatrices perineurales y tumefacción residual. En función de la gravedad de la consolidación en mala posición, además de relajar el ligamento transversal del carpo puede ser necesario realizar una osteotomía correctora para liberar por completo el nervio mediano.

Lesión nerviosa directa

La lesión primaria de los nervios mediano, ulnar y de la rama superficial del nervio radial es poco frecuente. El nervio mediano se localiza 3mm superficial a la parte distal del radio. Es susceptible de sufrir una contusión, un atrapamiento o una laceración, especialmente en las lesiones de alta energía. Deben revisarse detenidamente las radiografías laterales en busca de un fragmento con desplazamiento volar, tanto antes como después de la reducción. Si el paciente presenta síntomas persistentes de disfunción del nervio mediano y existe un fragmento óseo desplazado en dirección volar, es necesario liberar el túnel del carpo y reducir la fractura, extirpando o reparando el fragmento.

La neuropatía ulnar es menos frecuente después de las fracturas distales del radio. El nervio ulnar se encuentra aproximadamente a 3mm de la superficie volar de la ulna, a nivel de la muñeca. Es especialmente vulnerable en las fracturas desplazadas del cuello y de la cabeza de la ulna, en las fracturas que afectan el vértice volar-ulnar del radio distal y en los casos de subluxación y/o luxación de la ARUD. Se cree que el nervio ulnar es menos vulnerable a la lesión debido a su mayor recorrido en la

muñeca comparado con el nervio mediano. Pueden desarrollarse síntomas tardíos de compresión ulnar debido a fibrosis de las partes blandas. El tratamiento de la lesión aguda consiste en una reducción suave de la fractura, inmovilización con férula y elevación. Los pacientes con síntomas persistentes diagnosticados de forma tardía deben tratarse descomprimiendo el nervio ulnar en el túnel ulnar (canal de Guyon) y en el foco de fractura.

Las lesiones de las ramas de la porción superficial del nervio radial son todavía más raras y generalmente son causadas por compresión externa de un yeso o una férula. Por lo tanto, es necesario almohadillar de forma adecuada las prominencias óseas, especialmente las apófisis estiloides del radio y de la ulnar y el dorso del pulgar. Una vez identificada la lesión, es necesario modificar el yeso o la férula e iniciar un tratamiento de desensibilización agresivo en la zona. La otra causa principal de neuritis radial se debe al tratamiento con agujas de Kirschner o con dispositivos de fijación, y se describe en otro apartado de esta monografía.

- **Complicaciones relacionadas con el material de osteosíntesis**

Inmovilización con yeso

La pérdida de reducción es un problema frecuente. Así, en más de 60% de los pacientes puede producirse una consolidación en mala posición. Se ha recomendado el seguimiento semanal durante las primeras tres semanas en aquellas fracturas de riesgo tratadas mediante reducción cerrada e inmovilización de la fractura, para ayudar a identificar y tratar de forma precoz la pérdida de reducción. Otras complicaciones atribuidas a la inmovilización con yeso incluyen las úlceras de decúbito, el síndrome compartimental y las lesiones neurovasculares. Pueden evitarse las úlceras de decúbito y las quemaduras térmicas colocando un adecuado almohadillado en las zonas de presión. Estos problemas se pueden minimizar con un acolchado adecuado de la inmovilización, retrasando la aplicación de vendajes circulares y con una técnica de aplicación adecuada. También contribuyen a disminuir las complicaciones

la vigilancia de las partes blandas, el seguimiento semanal de las fracturas en riesgo y, en caso necesario, una conversión precoz a un sistema de fijación más rígido.

Fijación con agujas de Kirschner

Sus complicaciones incluyen la lesión de vasos y nervios cutáneos, la rotura tendinosa por rozamiento, el síndrome de dolor regional crónico, la migración de las agujas, la rotura de las agujas, la irritación y la pérdida de reducción, esta última se ha observado hasta en un 26% de los casos.

Complicaciones de la fijación externa

El aflojamiento del fijador con pérdida de la fijación de la fractura puede evitarse revisando periódicamente y apretando las conexiones del fijador. La falla del fijador por sí misma es rara, pero muchos fijadores comercialmente disponibles están aprobados para uso desechable debido al riesgo de fatiga silente del material o falla de cualquiera de las bolas de bloqueo. Las complicaciones del sitio del clavo incluyen infección, aflojamiento e interferencia con el deslizamiento de los tendones. El riesgo de lesión de las ramas del nervio radial superficial obliga a la inserción abierta del sitio de inserción del clavo. Los malos resultados asociados a la fijación externa están a menudo relacionados con sobre distracción. Un estudio biomecánico documentó el efecto de distracción de la muñeca en la movilidad de la articulación metacarpofalángica. Más de 5mm de distracción de la muñeca aumenta la carga requerida para el *flexor digitorum superficialis* para generar flexión de la articulación metacarpofalángica de los dedos medio, anular y meñique. Para el dedo índice, sin embargo, tanto como 2mm de distracción de muñeca aumenta significativamente la carga requerida para flexionar la articulación metacarpofalángica. Muchos casos de rigidez intrínseca y rigidez digital que son atribuidos a síndrome de dolor regional complejo tipo 1 son consecuencia de tracción prolongada y excesiva, lo cual puede prevenirse al limitar la duración y la cantidad de tracción e instituir una ferulización dinámica digital para la flexión metacarpofalángica inclusive aún teniendo el fijador. También se han descrito fracturas en el sitio de

entrada de los clavos, pérdida de reducción, cierto grado de insatisfacción de los pacientes con los resultados estéticos de la fijación externa.

Reducción abierta y fijación interna

Su objetivo es obtener superficies articulares congruentes para evitar o retrasar la producción de una artrosis postraumática. La fijación con placa dorsal puede producir irritación tendinosa y rotura posterior de los mismos. Además, la protrusión de las cabezas de los tornillos ocasiona aún más complicaciones en las partes blandas. Otras complicaciones incluyen tenosinovitis, pérdida de la reducción, dolor ocasionado por el material de osteosíntesis. La fijación con placa volar surgió tras la alta incidencia de las complicaciones con placas dorsales, estas placas suelen tener estabilidad angular, lo que ayuda en la presencia de un gran manguito protector de partes blandas y la disminución del riesgo de tenosinovitis y de roturas tendinosas. Las complicaciones asociadas a las placas volares pueden ser tenosinovitis, desplazamiento dorsal, localización intraarticular del material de osteosíntesis.

Las complicaciones secundarias a artroscopia son relativamente menores e incluyen la neuritis transitoria. Las contraindicaciones incluyen el síndrome compartimental, las heridas articulares, la contaminación de piel y partes blandas y las lesiones importantes de partes blandas.

Aunque el uso de autoinjerto corticoesponjoso es útil, las complicaciones asociadas a su obtención no son demeritorias. La formación de hematoma, fractura, infección y neuritis es posible.

2. Objetivos de la Tesis

2.1 Objetivo principal

Utilizar el valor predictivo del cuestionario DASH, de los criterios de inestabilidad radiológica y de la clasificación AO para determinar el resultado funcional en los pacientes con fracturas del radio distal de acuerdo al tipo de tratamiento empleado.

2.2 Objetivos específicos

- 2.2.1 Determinar la utilidad clínica del sistema de puntaje basado en el paciente DASH en la evaluación del resultado funcional de pacientes con fracturas del radio distal.
- 2.2.2 Determinar el valor pronóstico y terapéutico del segmento 23 (fracturas de radio y ulna distales) de la clasificación AO.
- 2.2.3 Determinar el valor pronóstico y terapéutico de los criterios de inestabilidad radiológica.
- 2.2.4 Comparar los resultados obtenidos en esta serie de pacientes con otras series publicadas a nivel mundial.
- 2.2.5 Evaluar si se practica el tratamiento adecuado en los pacientes con fracturas del radio distal en nuestro servicio según los esquemas terapéuticos existentes.

3. Justificación

El aumento del envejecimiento poblacional mundial se asocia directamente con la disminución de la actividad osteoblástica y la pérdida ósea de calcio, proceso fisiológico presente en la población anciana. Esto ocasiona la disminución de la densidad mineral ósea y, al mismo tiempo, el aumento en el riesgo y presentación de caídas, estas últimas causantes de una gran parte de las fracturas del radio distal, las cuales continuarán aumentando conforme la población siga envejeciendo. Así mismo, el aumento de traumatismos de alta energía, sobre todo relacionados a accidentes con vehículos automotores y a la práctica de deportes extremos, ha ocasionado un aumento en las fracturas del extremo distal del radio.

Ante esta situación, el diagnóstico y tratamiento de estas fracturas se ha vuelto tema cotidiano en la práctica del ortopedista. Las opciones de tratamiento se han diversificado y mejorado con la intención de promover una adecuada consolidación ósea, reduciendo la aparición de complicaciones; a esto se ha sumado la exigencia cada vez mayor de la población afectada de conseguir mejores resultados funcionales posteriores al tratamiento.

Hasta ahora sabemos que no existe una definición radiográfica o mecánica suficientemente válida o confiable sobre la curación clínica de una fractura. Más aún, no sabemos como cualquiera de las medidas realmente corresponden con resultados que pueden ser considerados de mayor importancia para los pacientes, tales como dolor, función o calidad de vida. Muchas de las preguntas subjetivas que los investigadores evalúan en los estudios de reparación de fracturas (p. ej., dolor en el sitio de fractura o capacidad para caminar o soportar peso) crudamente se aproximan a este mismo concepto. Es por esto que en este estudio utilizamos un instrumento de evaluación funcional validado, así como clasificaciones con altos grados de confianza y reproducibilidad para evaluar el desempeño institucional acerca del tratamiento de las fracturas del extremo distal del radio.

4. Diseño de Investigación

Realizamos un estudio descriptivo en un periodo de seis meses a un año, en fracturas del radio distal diseñado para evaluar el resultado funcional de estas fracturas tratadas con diferentes métodos de fijación.

- **Hipótesis**

“El uso adecuado de la clasificación AO y los criterios de inestabilidad en las fracturas agudas del radio distal, para decidir el tratamiento a emplear, tendrá un efecto directo sobre el resultado funcional.”

- **Limite de espacio**

Fueron revisadas todas las fracturas del radio distal en adultos que fueron diagnosticadas y tratadas en la sala de urgencias durante un año, en el periodo comprendido entre 1^{ro} de enero de 2008 al 31 de marzo de 2009.

- **Aspectos éticos.**

El estudio fue autorizado por el comité de ética de la institución. No se requirió consentimiento informado, ya que el estudio fue meramente observacional. El tratamiento de elección fue decisión del médico tratante, y se obtuvo el consentimiento informado por parte del paciente en todos los casos.

- **Viabilidad**

Se cuenta con la muestra de pacientes suficiente para realizar un estudio con poder estadístico, con la infraestructura para realizar una evaluación radiológica adecuada, así como llevar a cabo los diversos tipos de tratamiento conservadores y quirúrgicos, además de una base de datos para poder aplicar los cuestionarios y llevar a cabo el seguimiento clínico subsecuente.

5. Metodología

- **Materiales y Métodos.**

Se trata de un estudio observacional, prospectivo, transversal, descriptivo y analítico para evaluar el resultado funcional en el tratamiento de fracturas del radio distal con seguimiento de 6 meses a un año, atendidas en el Hospital Español de México centro hospitalario. Fueron revisadas todas las fracturas del radio distal en pacientes con madurez esquelética que fueron diagnosticadas y tratadas en el servicio de urgencias durante un año.

Los *criterios de inclusión* fueron: 1) ser paciente del Hospital Español de México, 2) la presencia de una fractura aguda unilateral del radio distal con radiografías en vistas anteroposterior (AP) y lateral, durante el periodo comprendido entre el 1^{ro} de enero de 2008 al 31 de marzo de 2009, 3) la evidencia radiológica de madurez esquelética, y 4) seguimiento mínimo de 6 meses.

Los *criterios de exclusión* fueron: 1) pacientes incapaces de contestar el cuestionario, 2) trastornos médicos con impacto en la fisiología ósea y 3) pacientes con alguna otra fractura ipsilateral que afectara el resultado del cuestionario DASH.

El *criterio de eliminación* fue utilizado en pacientes que no completaron el cuestionario.

- **Evaluación Inicial.**

Fueron documentadas las características demográficas al momento de la lesión, incluyendo género, dominancia y trastornos médicos asociados. También fueron registradas las características iniciales de la lesión incluyendo el tipo de accidente, nivel de energía, tipo de fractura de acuerdo a las clasificaciones de AO⁵⁵ y Frykman,¹ lesiones asociadas de tejidos blandos en el sitio de la fractura. Fueron realizadas radiografías AP y lateral de cada paciente al momento de la admisión, inmediatamente después del

tratamiento realizado y en las consultas de seguimiento. Se midieron los parámetros radiológicos iniciales y se registró la estabilidad de la fractura, según los criterios de Altissimi⁷⁵ y Fernandez⁷⁶ (cuadro 1) y el tratamiento empleado.

- **Entrevista de Seguimiento.**

El protocolo de estudio se realizó en base a la aplicación de un cuestionario posterior al tratamiento de 6 meses a un año, realizado por uno de los miembros del equipo de investigación, en la consulta de seguimiento o por vía telefónica. El resultado funcional fue calculado con el cuestionario DASH. Cualquier efecto adverso fue documentado durante toda la duración del estudio. Las radiografías fueron evaluadas y medidas por médicos ortopedistas. En la radiografía AP fueron medidos el ángulo radial, altura radial, varianza ulnar, la presencia de escalón o espacios articulares. En la vista lateral fueron medidos el ángulo de inclinación volar y la presencia de escalón o espacios articulares. Estas mediciones fueron realizadas de acuerdo a los criterios de Kreder et al.² (Cuadro 1, pág. 76).

- **Análisis Estadístico**

Se crearon listas de pacientes con los datos obtenidos del expediente clínico de los pacientes y de los historiales de atención en el servicio de urgencias, todos los datos fueron ingresados a una base de datos. Las inconsistencias de datos fueron verificados en los expedientes correspondientes, y cualquier corrección necesaria fue hecha en la base de datos.

Las variables predictivas potenciales incluyeron edad (cuantitativa, continua) que se analizó en categorías por decenas, y género del paciente (cualitativa, nominal), lado afectado (cualitativa, nominal), las clasificaciones de Frykman (cuantitativa, discreta) y AO (cuantitativa, discreta), la presencia de inestabilidad radiológica (cualitativa, nominal), el tratamiento empleado (cualitativa, nominal) y el

resultado del DASH (cuantitativa, continua). Se utilizaron el resultado funcional bueno-malo, y el tipo de tratamiento quirúrgico-no quirúrgico, como variables cualitativas, nominales

Todos los parámetros basales y de seguimiento fueron descritos usando estadísticas estándares descriptivas. Las variables continuas fueron descritas con el uso de medias, desviaciones estándar y rangos, mientras que las variables categóricas fueron tabuladas en frecuencias absolutas y relativas. Se utilizaron las pruebas de *One-Way ANOVA*, seguidas por una serie de pruebas de *t* pareadas cuando fue apropiado. Los cambios en los resultados categóricos fueron analizados con el uso de pruebas de simetría. Los valores de P de ≤ 0.05 fueron considerados significativos.

- **Características Demográficas y Basales de los Pacientes.**

El estudio fue iniciado en enero del 2008, fueron reclutados 113 pacientes con fracturas agudas del radio distal. La edad promedio del grupo fue de 59.8 años (Rango 15-90 años, Mediana 63, Moda 83). Cuatro pacientes fueron perdidos en el seguimiento.

En la población final de 109 pacientes, cuyas características se ilustran en la **tabla 4**, fueron 29 hombres y 80 mujeres, 59 lesiones de la muñeca derecha y 50 de la izquierda. La mayoría de los pacientes (91%) eran diestros. Ochenta y ocho (81%) de las fracturas ocurrieron por una caída de la propia altura, diez (9%) por una caída mayor a la propia altura, cuatro (3.6%) ocurrieron por accidentes automovilísticos, tres por caída de una bicicleta, la causa de cuatro no fue documentada. Casi la mitad de las lesiones deportivas y relacionadas con accidentes automovilísticos fueron consideradas de alta energía.

De acuerdo con la Clasificación AO cuarenta y ocho (44%) fueron tipo A, veintidós (20%) tipo B y treinta y nueve (36%) tipo C (**figura 88**). La estiloides ulnar estuvo involucrada en cincuenta y cuatro (49%) fracturas (**figura 89**). Todas las fracturas fueron cerradas. Cuarenta y tres (39%) fueron estadificadas como estables y sesenta y siete (61%) como inestables (**Figuras 90 y 91**).

Tabla 4. Características Demográficas y Basales de los Pacientes.				
Categorías	Variables		#	(%)
Edad (promedio 59.8, mediana 63, moda 83)	≤25		5	(5)
	26-35		11	(10)
	36-45		8	(7)
	46-55		14	(13)
	56-65		24	(22)
	66-75		21	(19)
	≥76		26	(24)
Sexo	Femenino		80	(73)
	Masculino		29	(27)
Tipo de pacientes	Socios SBE		17	(16)
	Privados		92	(84)
Sitio afectado	Derecho		59	(54)
	Izquierdo		50	(46)
Dominancia	Diestro		100	(91)
	Siniestro		9	(8)
Mecanismo de lesión	Caída de la propia altura		88	(81)
	Caída mayor a la propia altura		10	(9)
	Accidentes automovilísticos		4	(3.6)
	Caída de bicicleta		3	(2.7)
	No documentada		4	(3.6)
Clasificación AO		A1	8	(8)
		A2	32	(29)
	Total A	A3	48	(44)
		B1	5	(5)
		B2	11	(10)
	Total B	B3	22	(20)
		C1	12	(11)
		C2	7	(6)
	Total C	C3	39	(36)
Lesión ulnar	Presente		54	(49)
	Ausente		55	(51)
Estabilidad radiológica	Presente		42	(39)
	Ausente		67	(61)

Clasificación AO

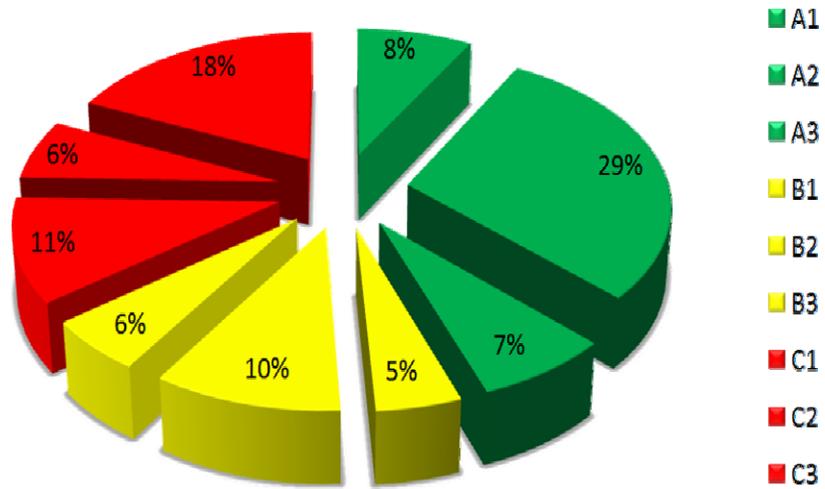


Figura 1. Distribución de la Clasificación AO, segmento metafisioepifisario distal de radio y ulna, correspondiente al número 23, en las 109 fracturas estudiadas.

Frykman

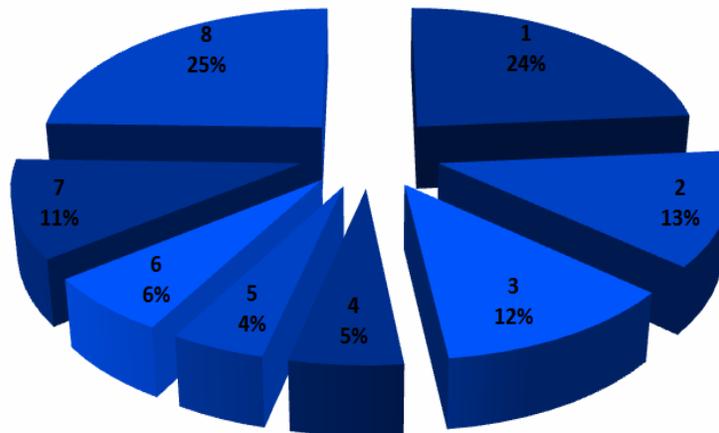


Figura 2. Distribución de la Clasificación de Frykman en las 109 fracturas estudiadas. Los números pares designan la lesión de la estiloides ulnar.

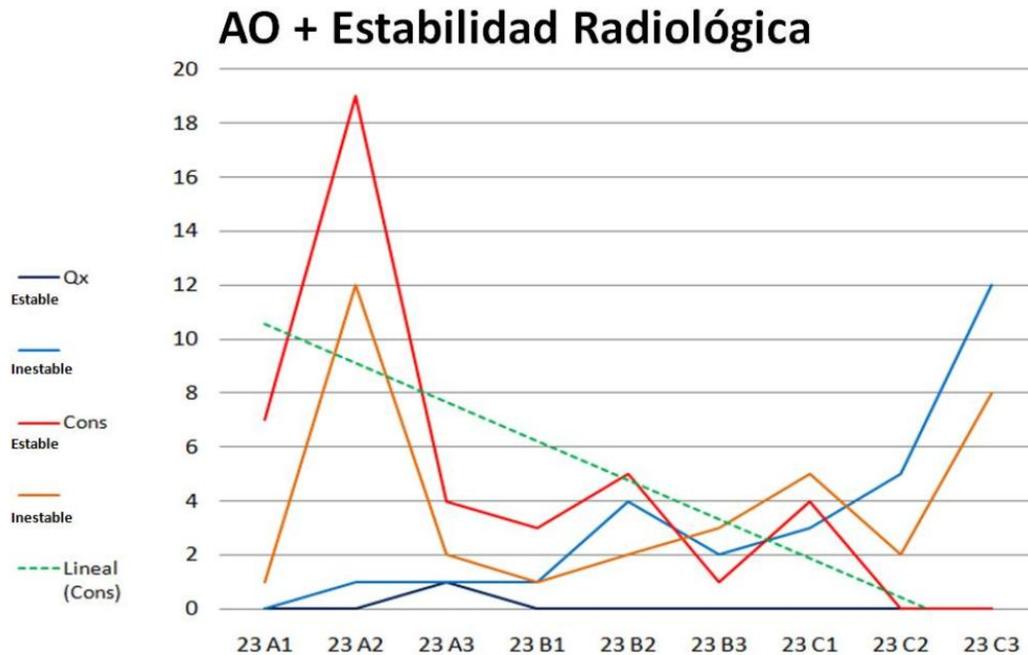


Figura 3. Se observa la distribución del tipo de tratamiento según la clasificación de AO y la estabilidad de la fractura. La línea punteada muestra una tendencia hacia el tratamiento quirúrgico conforme aumentan la gravedad y la inestabilidad de la fractura.

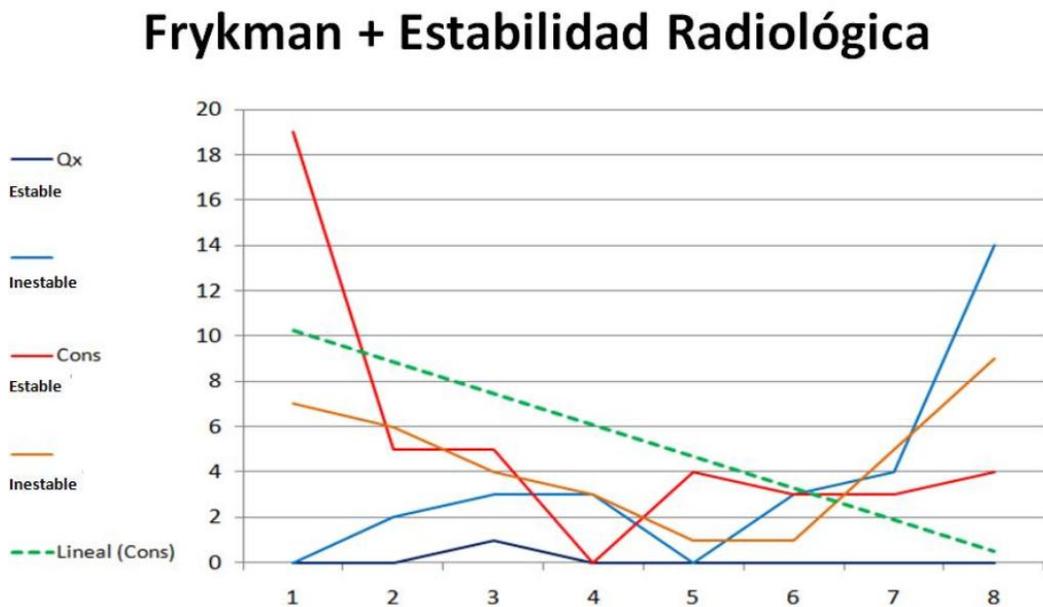


Figura 4. Se observa la distribución del tipo de tratamiento según la clasificación de Frykman y la estabilidad de la fractura. La línea punteada muestra una tendencia hacia el tratamiento quirúrgico conforme aumentan la gravedad y la inestabilidad de la fractura.

- **Datos Quirúrgicos.**

Los pacientes se agruparon de acuerdo al tratamiento de elección incluyendo:

- 1) Reducción cerrada (RC) e inmovilización con férula o yeso,
- 2) RC y fijación interna (FI) con clavillos percutáneos e inmovilización con férula o yeso,
- 3) RC y fijación externa (FE), sola o combinada con clavillos percutáneos,
- 4) Reducción abierta (RA) y FI con placas volares o dorsales.

Las fracturas fueron tratadas inmediatamente a su llegada al servicio de urgencias, aquellas que requirieron tratamiento quirúrgico fueron tratadas en las primeras 48 horas posteriores a la lesión, en ningún caso fue necesario posponer la cirugía por más tiempo. El tratamiento de elección fue de acuerdo al médico tratante, así como los abordajes quirúrgicos y los implantes a utilizar (**figura 92**).

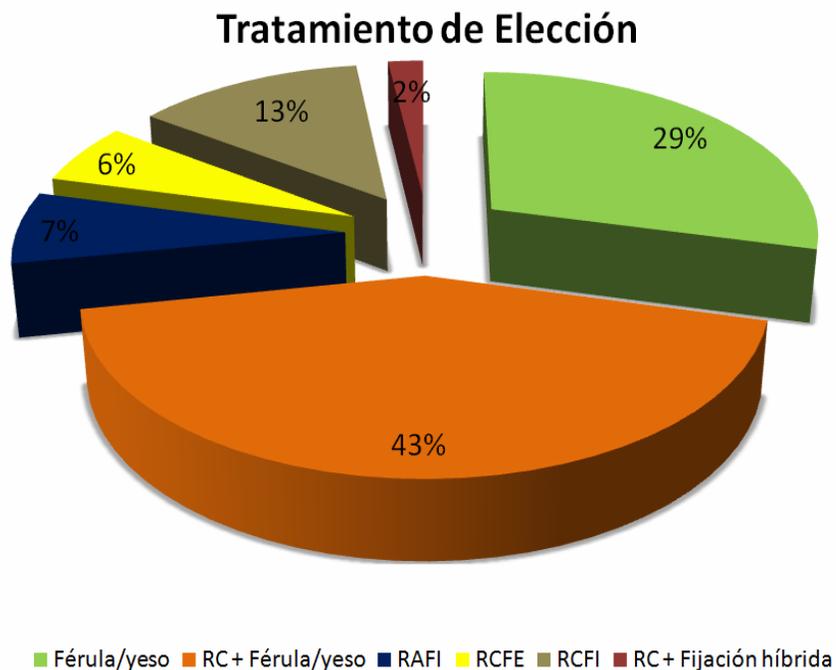


Figura 5. Distribución del Tratamiento de Elección en Porcentajes en las 109 fracturas estudiadas. El 72% de las fracturas fueron tratadas de forma conservadora, aunque el 61.4% de las fracturas fueron consideradas inestables.

Setenta y nueve (72%) pacientes fueron tratados de forma no quirúrgica: cuarenta y siete (43%) de las fracturas fueron tratadas con reducción cerrada más inmovilización con férula o aparato cerrado, treinta y dos (29%) fueron tratadas con férula o aparato cerrado solamente.

Treinta y dos pacientes (28%) fueron tratados quirúrgicamente: catorce (13%) fueron tratados con reducción cerrada y fijación interna con clavillos de Kirschner percutáneos, siete (7%) con reducción abierta y fijación interna, siete (7%) con reducción cerrada y fijación externa, y 2 (2%) con reducción cerrada y fijación híbrida con clavillos de Kirschner percutáneos y fijadores externos.

Fueron clasificadas cuarenta y tres fracturas como estables (38.6%), de las cuales una se trató de forma quirúrgica con RAFI con una placa volar. Las sesenta y siete fracturas restantes fueron clasificadas como inestables (61.4%), de las cuales 29 se operaron y 38 se manejaron de forma conservadora (**tabla 5**).

Tabla 5. Tratamiento Empleado Según la Estabilidad de la Fractura			
	Quirúrgico	Conservador	Total
Estable	1	41	42
Inestable	29	38	67

En ninguna fractura se utilizaron injerto o sustitutos óseos. La mayoría de las fracturas fueron tratadas por cirujanos experimentados, o por residentes de ortopedia con supervisión.

6. Resultados

De los 113 pacientes reclutados en el estudio, 109 (96%) estuvieron disponibles para el seguimiento. Las causas de pérdida de seguimiento fueron un fallecimiento, un paciente rehusó a contestar el cuestionario y dos pacientes foráneos no pudieron continuar con el seguimiento.

Se tomó un resultado DASH ≤ 20 como un resultado bueno, y >20 como pobre. Para esto se consideró que los pacientes tenían una función de cero o cercana a este valor antes de la lesión, que el cambio mínimo detectable en la escala para ser estadísticamente significativo en un intervalo de confianza del 95% es de 12.7 puntos, y que la diferencia mínima clínicamente importante para ser considerada significativa es de 15 puntos.¹

La **tabla 6** presenta el resumen de los resultados según el tratamiento de elección, y la presencia de estabilidad radiológica.

Tabla 6. Resultados Según el Tratamiento de Elección					
	# Pacientes	(%)	Estabilidad Radiológica		DASH
Tratamiento No Quirúrgico	79	72	Sí	41	9.95
			No	38	19.52
Inmovilización con férula o yeso	32	29	Sí	27	9.3
			No	5	19.16
RC + Inmovilización con férula o yeso	47	43	Sí	14	11.07
			No	33	19.58
Tratamiento Quirúrgico	32	28	Sí	1	16.7
			No	29	14.12
RCFE	7	7	Sí	0	0
			No	7	14.45
RCFI percutánea	14	13	Sí	0	0
			No	14	12.64
RCFE + Kirschner	2	2	Sí	0	0
			No	2	15.2
RAFI	7	7	Sí	1	16.7
			No	6	16.85
Total	109	100	Sí	42	10.11
			No	67	17.19

Entre los 6 a 12 meses de seguimiento se aplicaron los cuestionarios, el resultado promedio del DASH fue de 14.46. Los resultados de acuerdo a edad ($p=0.001$) (**tabla 7, figura 93**), clasificación AO ($p=0.003$) (**tabla 8, figura 94**) fueron significativos correlacionados con un buen resultado funcional ($DASH \leq 20$).

El tipo de tratamiento (0.577) no mostró relación con el resultado funcional. Los criterios de inestabilidad radiológica aunque no se encontró significancia estadística ($p=0.064$), sí mostraron tendencia a un mal resultado funcional. Sin embargo, la clasificación AO tuvo relación con la edad ($p=0.035$), la estabilidad radiológica ($p=0.000$), tratamiento de elección ($p=0.000$) y buen resultado funcional ($p=0.003$). No se encontró diferencia estadística entre un resultado bueno o malo de acuerdo al tipo de tratamiento empleado.

Es importante mencionar que es bien sabido que el porcentaje de éxito clínico puede ser de hecho mucho más alto que el éxito radiográfico, especialmente en los pacientes ancianos con bajas demandas funcionales.

Tabla 7. Resultados Según Grupos de Edad.

Edad	Total	Inestables	Quirúrgico	Bueno(%)
≤25	5	1	1	5 (100)
26-35	11	5	3	10 (91)
36-45	8	1	0	7 (87.5)
46-55	14	9	3	10 (71.5)
56-65	24	17	10	18 (75)
66-75	21	14	6	16 (76)
≥76	26	20	7	14 (54)
Total	109	67	30	80 (73)

p = 0.001

Resultado Funcional por Grupos de Edad

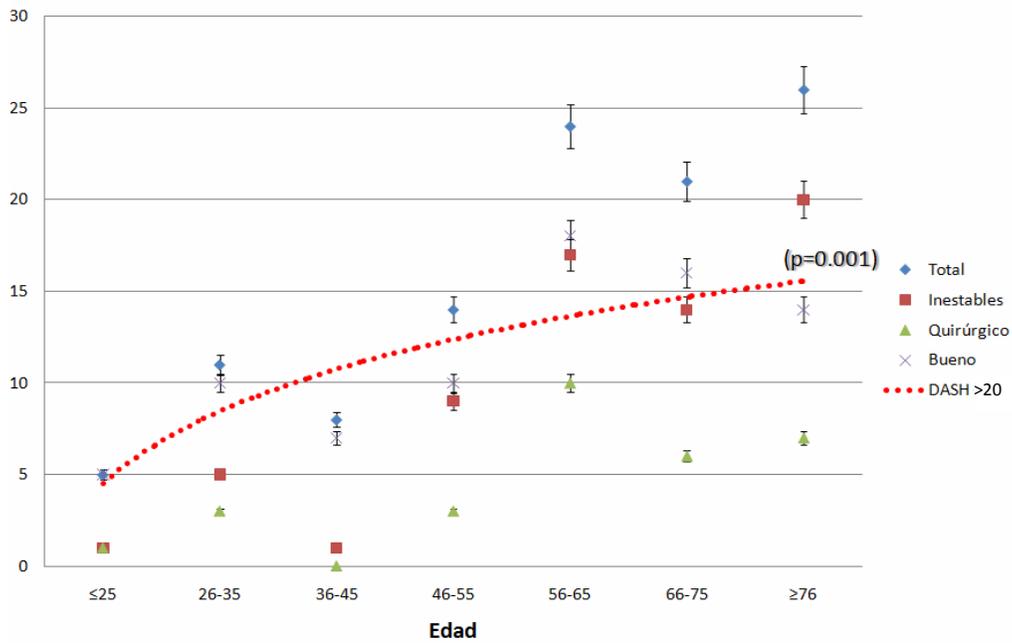


Figura 1. Gráfica que ilustra cómo el resultado funcional(x) es peor (DASH >20), conforme aumenta la edad del paciente. Observe que hay muchas fracturas inestables(■) que se trataron de forma conservadora.

Resultado Funcional por Clasificación AO

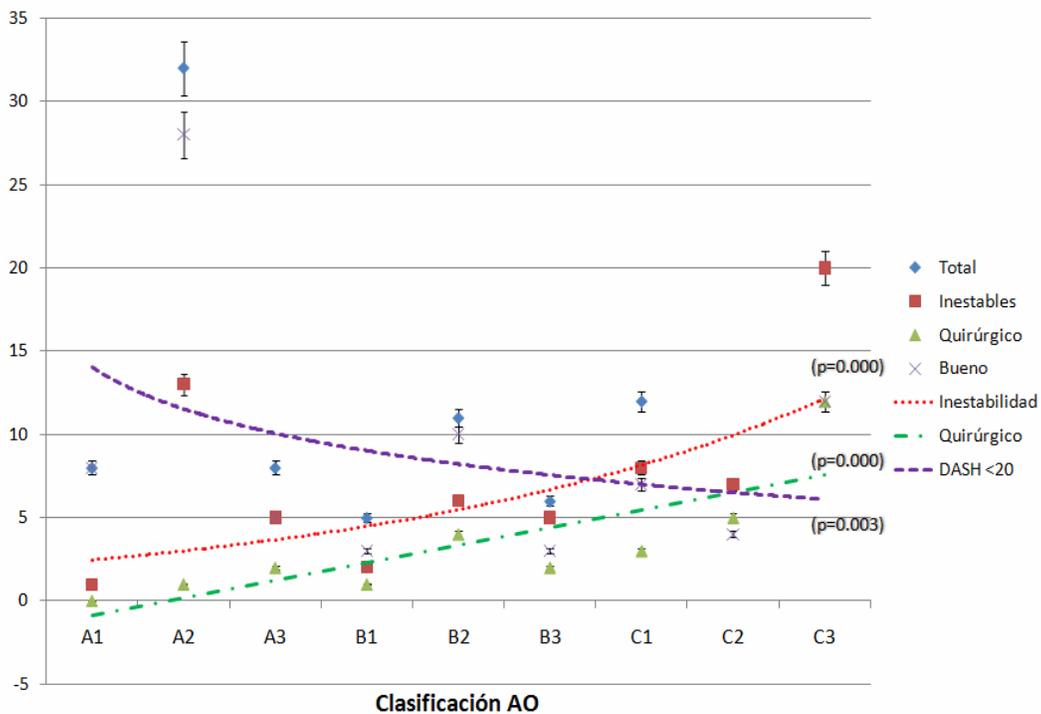


Figura 2. Gráfica que ilustra cómo el resultado funcional(x) es peor, conforme aumenta la gravedad de la fractura según la clasificación AO. La gravedad de la fractura se relacionó directamente con la inestabilidad (.....), con el empleo de tratamiento quirúrgico (-.-.-.) e inversamente con un buen resultado funcional [DASH <20] (-----).

Tabla 8. Resultados Según la Clasificación AO/ASIF.

AO	Total	Inestables	Quirúrgico	Bueno (%)
A1	8	1	0	8 (100)
A2	32	13	1	28 (87.5)
A3	8	5	2	5 (62.5)
B1	5	2	1	3 (60)
B2	11	6	4	10 (91)
B3	6	5	2	3 (50)
C1	12	8	3	7 (58)
C2	7	7	5	4 (57)
C3	20	20	12	12 (60)
Total	109	67	30	80 (73)

p = 0.003

7. Comprobación de Hipótesis

“El uso adecuado de la clasificación AO y los criterios de inestabilidad en las fracturas agudas del radio distal, para decidir el tratamiento a emplear, tendrá un efecto directo sobre el resultado funcional.”

Como se pudo observar en los resultados, tanto la clasificación AO como la edad del paciente, dieron una excelente información sobre el resultado funcional, aparentemente de forma independiente al tratamiento de elección y a la presencia o no de inestabilidad.

La presencia de inestabilidad **No** influyó en la decisión terapéutica empleada por los ortopedistas tratantes, debido a la disparidad de criterios.

La clasificación AO al estar íntimamente relacionada a la gravedad de la fractura **Sí** se relacionó al resultado funcional, sin embargo tampoco influyó en el tipo de tratamiento empleado por el cirujano.

La edad, variable independiente en el estudio, demostró relacionarse estadísticamente con el resultado funcional. Es decir, a menor edad, mejor resultado funcional; y viceversa, a mayor edad, peor resultado funcional.

Se observa en el estudio, sin embargo, una tendencia a que la presencia de fracturas estables, o el empleo de fijaciones estables en fracturas con criterios de inestabilidad, se asocien a un mejor resultado funcional (**tabla 6**). Por lo que será necesario realizar pautas de tratamiento para ofrecer un mejor resultado funcional.

8. Discusión

Sin importar el tratamiento de elección para las fracturas del radio distal, el objetivo más importante es restaurar las mediciones radiológicas normales para mejorar el resultado funcional y reducir las complicaciones. Es esencial hacer un correcto diagnóstico y estadificación de la fractura para definir el mejor tratamiento, buscar un buen resultado según el pronóstico obtenido a partir de las características de la fractura, así como la presencia o no de inestabilidad. Una vez obtenidas todas estas premisas se debe ofrecer el mejor tratamiento posible de acuerdo a las características y expectativas del paciente, teniendo siempre en cuenta las complicaciones más frecuentes de cada una de las opciones terapéuticas.

En un estudio prospectivo de ochenta y siete fracturas tratadas con implantes bloqueados volares, Chung et al.² observaron mejoría en la mayoría de los parámetros funcionales sobre un periodo de seguimiento de doce meses. En un estudio prospectivo de cuarenta y un pacientes tratados con implantes bloqueados volares, Rozental y Blazar¹⁴ encontraron un score DASH de alguna manera más elevado (14 puntos) en un promedio de 17 meses postquirúrgicos, con un DASH score promedio de 12 puntos en pacientes sin complicaciones y de 22 puntos en aquellos con complicaciones.

Margaliot et al.²⁴ realizaron un meta-análisis de cuarenta y seis artículos con veintiocho estudios de fijación externa (917 pacientes) y dieciocho estudios de fijación interna (603 pacientes). No detectaron una diferencia clínica o estadísticamente significativa en la fuerza de presión, rangos de movilidad de muñeca, alineación radiológica, dolor y resultados evaluados por el médico entre los dos tipos de tratamiento. Existieron mayores tasas de infección, falla de implante y neuritis con la fijación externa y mayores tasas de complicaciones tendinosas y remoción temprana del implante con la fijación interna. Se presentó una considerable heterogeneidad en todos los estudios, lo que afectó de forma adversa la

precisión del meta-análisis. Westphal y col. realizaron un estudio retrospectivo comparativo de 166 de 237 pacientes que fueron tratados quirúrgicamente para fracturas del radio distal AO A3 o C2. Las fracturas fueron tratadas con fijación externa o reducción abierta y fijación interna (RAFI) usando placas volares o dorsales. La RAFI, en particular con fijación volar con placa, demostró los mejores resultados radiológicos y funcionales.³

La fijación externa no es suficiente cuando se utiliza como el único tratamiento para fracturas intraarticulares desplazadas. En un estudio de veintisiete pacientes con fracturas conminutas, desplazadas intraarticulares del radio distal que fueron tratadas exclusivamente con fijación externa, Arora y col⁴ concluyeron que aunque la fijación externa es confiable en mantener la reducción en fracturas conminutas desplazadas intraarticulares, no restaura la congruencia articular en muchos casos. Kreder et al.²³ compararon los resultados de RAFI versus fijación externa más clavillos percutáneos. Un total de 179 pacientes adultos con fracturas intraarticulares desplazadas del radio distal fueron distribuidos de forma aleatoria para recibir reducción indirecta percutánea y fijación externa (88 pacientes) o RAFI (91 pacientes). No hubo diferencia estadística significativa en la restauración radiológica de las características anatómicas o el rango de movilidad entre los dos grupos a dos años. Los pacientes que tuvieron reducción indirecta y fijación percutánea, sin embargo, tuvieron un retorno funcional más rápido y un mejor resultado funcional que aquellos que tuvieron RAFI, siempre que el escalón y la presencia de espacio intraarticulares fueran minimizados.

En otro estudio Grewal et al.²² notaron la superioridad de la fijación externa aumentada con clavillos de Kirschner sobre la fijación interna con una placa *Pi* dorsal (π) para fracturas intraarticulares desplazadas del radio distal. El grupo de placas también tuvo mayores niveles de dolor a un año comparados con el grupo de fijación externa; sin embargo, esto se igualó después de la remoción del implante. El grupo de

fijación externa mostró un promedio de fuerza de prensión de 97% cuando se comparó con el lado normal versus el 86% presente en el grupo de placas dorsales.

Leung et al.⁶ realizaron un estudio de distribución aleatoria comparando entre fijación externa aumentada con clavillos y la fijación interna con placas para fracturas intraarticulares del radio distal. Setenta y cuatro (51%) de las fracturas fueron tratadas con fijación externa aumentada con fijación percutánea con clavillos, y el resto fueron tratados con fijación con placas volar, dorsal o combinadas. Al momento del seguimiento de veinticuatro meses, los resultados para el grupo de fijación con placas fueron significativamente mejores que aquellos para el grupo de fijación externa aumentada, siendo especialmente notable en fracturas AO C2.

9. Conclusiones

En este estudio no encontramos diferencia en el resultado funcional entre las opciones terapéuticas empleadas para las fracturas del radio distal por muchos motivos, los cuales no se previeron durante el diseño del estudio. Entre estos factores se encuentran la habilidad del cirujano en el manejo de estas fracturas, así como la tendencia a tratar conservadoramente a pacientes de edad avanzada, sin importar las características de la fractura. Aunque el score DASH promedio entre los 6 meses y el año de seguimiento en nuestro estudio no regresó al score basal original supuesto, debe recalarse que el score final promedio de 14 puntos refleja un buen grado de satisfacción del paciente con síntomas mínimos, y que esta diferencia residual mínima no es relevante desde un punto de vista clínico.¹⁰²

Otro aspecto a considerar, aunque por ahora es una interpretación meramente subjetiva, es la lealtad que tienen los pacientes a sus médicos, pues en algunos de ellos las respuestas al cuestionario estuvieron influenciadas por la relación médico-paciente que sostenían estos últimos con su ortopedista, y la experiencia que tuvieron durante el diagnóstico, tratamiento y seguimiento.

Este estudio confirmó que la clasificación AO es válida como indicador pronóstico y útil para tomar decisiones terapéuticas, por lo que recomendamos su uso rutinario en la evaluación inicial de los pacientes con fracturas del extremo distal del radio, junto con las mediciones radiológicas iniciales y la búsqueda de signos radiológicos de inestabilidad.

El uso de métodos cerrados solos o combinados con métodos de fijación externos o percutáneos permanece como una buena opción de tratamiento, si son indicados y realizados de forma adecuada, al igual que la RAFI con placas; y que al contrario, si una forma de tratamiento no va a ser aplicada de forma adecuada es preferible optar por un método que el cirujano domine técnicamente y que asegure la estabilidad necesaria para que la fractura consolide sin complicaciones.

Es necesario recalcar que además de lo anterior debe tomarse en cuenta la llamada *personalidad de la fractura* al momento de escoger el tratamiento, incluyendo edad del paciente, dominancia, presencia de comorbilidades, calidad ósea, involucro ulnar, estabilidad radiológica y clínica, funcionalidad previa a la lesión y expectativas del paciente.⁵⁵

Ha ocurrido mejoría reciente en el diseño de aparatos de fijación tanto interna como externa. Con el advenimiento de implantes diseñados específicamente para las características anatómicas del extremo distal del radio que proveen estabilidad angular y la disponibilidad de los tornillos con cabeza bloqueada, así como la facilidad de su aplicación volar, la fijación quirúrgica de las fracturas inestables del radio distal se ha convertido en una cirugía cada vez más difundida, más estudiada, y según las últimas publicaciones científicas, con mejores resultados, al compararse con otras opciones de tratamiento para cierto tipo de fracturas del extremo distal del radio.¹ También se ha explorado el concepto de fijación de fragmentos específicos con el uso de miniplacas e implantes más pequeños. Se han propuesto además dispositivos del tipo de fijación externa sin puenteo con el objetivo de conseguir el movimiento rápido de la muñeca después de la fijación quirúrgica.

El tratamiento de las fracturas del radio distal está entrando en una nueva etapa. A medida que los resultados de los estudios se hacen más prevalentes, llegará a ser posible comparar varios métodos de fijación, siempre y cuando el esquema clasificatorio que se emplee sea de un elevado grado de confianza. Todo esto, aunado a la exigencia cada vez mayor en la población afectada de conseguir mejores resultados funcionales posteriores al tratamiento, hace mandatorio realizar el abordaje diagnóstico, tratamiento y rehabilitación precisos para influir directamente en el pronóstico de los pacientes a nuestro cargo.

Sabemos que ningún tratamiento es inocuo; es falso creer que al no abrir un foco de fractura evitamos complicaciones, ya que, como se ha visto previamente, las reducciones cerradas mal realizadas o indicadas pueden ocasionar desde neuropatías compresivas, consolidación en mala posición, pseudoartrosis, hasta el desarrollo de un síndrome compartimental. Existen lesiones neurovasculares secundarias a los abordajes, osteomielitis, inflamación o ruptura tendinosa, y muchas otras complicaciones relacionadas con el material de osteosíntesis. Con el tratamiento quirúrgico de las fracturas inestables del radio distal deben anticiparse los posibles riesgos y fallas para reducirlos al máximo con una adecuada planificación preoperatoria.⁹⁴

Aunque en este estudio tuvimos una excelente tasa de seguimiento, desafortunadamente no se pudo realizar el cuestionario en un mismo periodo de tiempo a todos los pacientes tratados ya que no fue posible para el equipo de investigación programar la consulta de seguimiento en muchos de los pacientes, ni tampoco hacer un seguimiento más prolongado.

Una limitación importante del estudio es la gran variedad de decisiones terapéuticas, y el escaso apego por parte de los médicos tratantes a las recomendaciones de sociedades internacionales acerca del tratamiento en este tipo de fracturas. Lo cual podría evitarse realizando guías de tratamiento, con la finalidad de ofrecer mejores resultados funcionales en la mayor cantidad posible de los pacientes.

Otra limitación es que las cirugías fueron realizadas por varios cirujanos quienes utilizaron una variedad de formas, marcas, abordajes y localizaciones de implantes.

A pesar de estas limitaciones, un logro fue que el análisis de los datos y la realización de los cuestionarios fueron muy homogéneos, ya que fueron realizados sólo por los miembros del equipo. Creemos que la información generada por este estudio provee una vista razonable de los resultados esperados en el tratamiento de las fracturas del radio distal si se toman en cuenta la clasificación AO, los parámetros radiológicos iniciales y la presencia de inestabilidad, para ofrecer un tratamiento personalizado con la mejor opción terapéutica para cada uno de nuestros pacientes.

10. Bibliografía

- ¹ Colles A. Historical paper on the fracture of the carpal extremity of the radius [1814] *Injury* 1970;2:48-50.
- ² Putnam MD, Seitz WH. Fracturas distales del radio. Cap 20, en: Bucholz RW. *Rokwoods & Green's. Fracturas en el adulto*. Tomo 2. Madrid, 2003.
- ³ Anderson R, O'Neil G. Comminuted fractures of the distal end of the radius. *Surg Gynecol Obstet* 1944;78:434-440.
- ⁴ Cole JM, Obletz BE. Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by skeletal transfixion in plaster cast. An end-result study of thirty-three cases. *J Bone Joint Surg* 1966;48A:931-945.
- ⁵ Ellis J. Smith's and Barton's fractures: a method of treatment. *J Bone Joint Surg* 1965;47B:724-727.
- ⁶ Leung F, Tu Y, Chew WYC and Chow SP. Comparison of External and Percutaneous Pin Fixation with Plate Fixation for Intra-articular Distal Radial Fractures. A Randomized Study. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:16-22.
- ⁷ Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg [Am]*. 2002;27:205-15.
- ⁸ Konrath GA, Bahler S. Open reduction and internal fixation of unstable distal radius fractures: results using the trimmed fixation system. *J Orthop Trauma*. 2002;16:578-85.
- ⁹ Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg [Am]*. 2004;29:96-102.
- ¹⁰ Jupiter JB. Plate fixation of fractures of the distal aspect of the radius: relative indications. *J Orthop Trauma*. 1999;13:559-69.

- ¹¹ Simic PM, Robison J, Gardner MJ, Gelberman RH, Weiland AJ, Boyer MI. Treatment of distal radius fractures with a low-profile dorsal plating system: an outcomes assessment. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:382-6.
- ¹² Jupiter JB, Ring D, Weitzel PP. Surgical treatment of redisplaced fractures of the distal radius in patients older than 60 years. *J Hand Surg [Am]*. 2002;27:714-23.
- ¹³ Wright TW, Horodyski M, Smith DW. Functional outcome of unstable distal radius fractures: ORIF with a volar fixed-angle tine plate versus external fixation. *J Hand Surg [Am]*. 2005;30:289-99. Erratum in: *J Hand Surg [Am]*. 2005;30:629.
- ¹⁴ Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:359-65.
- ¹⁵ Kamath AF, Zurakowski D, Day CS. Low-profile dorsal plating for dorsally angulated distal radius fractures: an outcomes study. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:1061-7.
- ¹⁶ Ring D, Prommersberger K, Jupiter JB. Combined dorsal and volar plate fixation of complex fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86:1646-52.
- ¹⁷ Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78:588-92.
- ¹⁸ Ring D, Prommersberger K, Jupiter JB. Combined dorsal and volar plate fixation of complex fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86:1646-52.
- ¹⁹ Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78:588-92.
- ²⁰ Drobetz H, Bryant AL, Pokorny T, Spitaler R, Leixnering M, Jupiter JB. Volar fixed-angle plating of distal radius extension fractures: influence of plate position on secondary loss of reduction—a biomechanic study in a cadaveric model. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:615-22.

- ²¹ Grindel SI, Wang M, Gerlach M, McGrady LM, Brown S. Biomechanical comparison of fixed-angle volar plate versus fixed-angle volar plate plus fragment-specific fixation in a cadaveric distal radius fracture model. *J Hand Surg [Am]*. 2007;32:194-9.
- ²² Taylor KF, Parks BG, Segalman KA. Biomechanical stability of a fixed-angle volar plate versus fragment-specific fixation system: cyclic testing in a C2-type distal radius cadaver fracture model. *J Hand Surg [Am]*. 2006;31:373-81.
- ²³ Osada D, Viegas SF, Shah MA, Morris RP, Patterson RM. Comparison of different distal radius dorsal and volar fracture fixation plates: a biomechanical study. *J Hand Surg [Am]*. 2003;28:94-104.
- ²⁴ Grewal R, Perey B, Wilkink M, Stothers K. A randomized prospective study on the treatment of intra-articular distal radius fractures: open reduction and internal fixation with dorsal plating versus mini open reduction, percutaneous fixation, and external fixation. *J Hand Surg [Am]*. 2005;30:764-72.
- ²⁵ Kreder HJ, Hanel DP, Agel J, McKee M, Schemitsch EH, Trumble TE, Stephen D. Indirect reduction and percutaneous fixation versus open reduction and internal fixation for displaced intra-articular fractures of the distal radius: a randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87B:829-36.
- ²⁶ Margaliot Z, Haase SC, Kotsis SV, Kim HM, Chung KC. A meta-analysis of outcomes of external fixation versus plate osteosynthesis for unstable distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]*. 2005;30:1185-99.
- ²⁷ Handoll HHG, Madhok R. Closed reduction methods for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;1:CD003763.
- ²⁸ Handoll HHG, Madhok R. Conservative interventions for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database of Syst Rev*. 2003;2:CD000314.
- ²⁹ Handoll HHG, Madhok R. Surgical interventions for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database of Syst Rev*. 2003;3:CD003209.
- ³⁰ Morshed S, Corrales L, Genant H, Miclau T. Outcome Assessment in Clinical Trials of Fracture-Healing. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:62-67

- ³¹ Hudak P, Amadio PC, Bombardier C, and the Upper Extremity Collaborative Group. Development of an Upper Extremity Outcome Measure: The DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand). *Am J Ind Med* 1996; 29:602-608.
- ³² Agel J, Swiontkowski MF. Guide to outcomes instruments for musculoskeletal trauma research. *J Orthop Trauma*. 2006;20(8 Suppl):S65-146.
- ³³ SF-36.org: a community for measuring health outcomes using SF tools. <http://www.sf-36.org>.
- ³⁴ The DASH outcome measure: disabilities of the arm, shoulder, and hand. <http://www.dash.iwh.on.ca/>.
- ³⁵ EuroQol Group/EQ-5D. <http://www.euroqol.org>.
- ³⁶ Health-related Health Utilities Group/Health Utilities Index (HUG/HUI) quality of life research. <http://www.fhs.mcmaster.ca/hug/>.
- ³⁷ Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G, Swiontkowski MF. Consistency of AO fracture classification for the distal radius. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78:726-31.
- ³⁸ Gausepohl T, Worner S, Pennig D, Koebke J. Extraarticular external fixation in distal radius fractures pin placement in osteoporotic bone. *Injury* 2001;32(suppl 4):SD79–85.
- ³⁹ Berger RA. Anatomy and basic biomechanics of the wrist. In: American Society for Surgery of the Hand, ed. *Hand Surgery Update*. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1996:47-62.
- ⁴⁰ Destot EAJ. Injuries of the wrist: a radiologic study. Atkins FRB, trans. New York: Paul B. Hoeber, 1926.
- ⁴¹ Seitz WH, Papandrea RF. Fracturas y dislocaciones de la muñeca. Cap 19, en: Bucholz RW. *Rokwodds & Green's. Fracturas en el adulto*. Tomo 2. Madrid, 2003.
- ⁴² Dobyms JH, Linscheid RL, Cooney WP. Fractures and dislocations of the wrist and hand. Then and now. *J Hand Surg* 1983;8:687-690.

- ⁴³ Geissler WB, Freeland AE, Weiss PC, et al. Techniques of wrist arthroscopy. *J Bone Joint Surg* 1999;81A:1184-1197.
- ⁴⁴ Steinberg BD, Plancher KD. Clinical Anatomy of the Wrist and Elbow in *The Athletic Elbow and Wrist: Diagnosis and Conservative Treatment*. *Clinics in Sports Medicine*. 1995;14:299-313.
- ⁴⁵ Ruby LK, Cooney WP, An KN: Relative motion of selected carpal bones: A kinematic analysis of the normal wrist. *J Hand Surg* 13A:1-9, 1988.
- ⁴⁶ Taleisnick: The ligaments of the wrist. *In* Taleisnick J (ed): *The wrist*. New York, Churchill Livingstone, 1985, pp 2-11.
- ⁴⁷ Youm Y, McMurty RY, Flatt AE: Kinematics of the wrist. *J Bone Joint Surg* 60A:423-431, 1978
- ⁴⁸ Logan SE, Nowak MD: Intrinsic and extrinsic wrist ligaments: Biomechanical and function differences. *ISA Transactions* 27:37-41, 1987.
- ⁴⁹ Logan SE, Nowak MD, Gould PL, et al: Biomechanical behavior of the scapholunate ligament. *Biomedical Sciences Instrumentation* 22:81-85, 1986.
- ⁵⁰ Mayfield JK: Wrist ligamentous anatomy and pathogenesis of carpal instability. *Orthop Clin North Am* 15:209-216, 1984.
- ⁵¹ MacKinnon SE, Dellon AL: The overlap pattern of the lateral antebrachial cutaneous nerve and the superficial branch of the radial nerve. *J Hand Surg* 10A:522-526, 1985.
- ⁵² Steinberg BD, Plancher KD, Idler RS: Percutaneous Kirschner wire fixation through the snuff box: An anatomical study. *J Hand Surg* 1995, in press.
- ⁵³ Lourie GM, King J, Kleinman WB: The transverse radioulnar branch from the dorsal sensory ulnar nerve: Its clinical and anatomical significance further defined. *J Hand Surg* 19A:241-245, 1994.
- ⁵⁴ Hoppenfeld, S. & deBoer, P. *Abordajes en Cirugía Ortopédica*. 1ª ed. Ed. Marbán. Madrid 2005. 180-184.

- ⁵⁵ Hoppenfeld, S. & deBoer, P. Abordajes en Cirugía Ortopédica. 1ª ed. Ed. Marbán. Madrid 2005. 196-204.
- ⁵⁶ Kapandji A.I.. Fisiología articular 6a ed. Tomo 1. Hombro, Codo, Pronosupinación, Muñeca, Mano. Malone. Ed. Médica Panamericana. Madrid 2006. Pp 104-194.
- ⁵⁷ Fernandez, D. L. Ch 4.3.3 “Distal Radius and Wrist”. In AO principles of fracture management, ed. T. P. Ruedi, W. M. Murphy, New York, Thieme, 2000.
- ⁵⁸ Zancoli EA. Reporte personal. Curso Internacional de Cirugía de Mano y Microcirugía. Ciudad de México. 2009.
- ⁵⁹ Schuind F, Alemzadeh, Stallenberg B, Burny F. Does the Normal Contralateral Wrist Provide the Best Reference for X-ray Film Measurements of the Pathologic Wrist? J Hand Surg 1996;21A:24-30.
- ⁶⁰ Franco-Valencia M, Torres-González R, Fuentes-Figueroa S. Mediciones radiográficas de la articulación de la muñeca en mexicanos sanos. Cir Ciruj 2006;74:335-342.
- ⁶¹ Bauer, Kerschbaumer, Poisel. Cirugía ortopédica de mano, muñeca, antebrazo, codo y hombro. Ed. Marban. 2004. Cap 12. Pp. 781-790.
- ⁶² Owen RA, Melton LJ III, Johnson KA, Ilstrup DM, Riggs BL. Incidence of Colles’ fracture in a North American community. Am J Public Health 1982;72:605– 607.
- ⁶³ Falch JA. Epidemiología de las fracturas distales de brazo en Oslo, Noruega. Acta Orthop Scand 1983; 54(1-6):291-295
- ⁶⁴ Buckwalter JA, Einhorn TA, Marsh JL. Curación del hueso y de la articulación. Cap 8, en: Bucholz RW. Rokwoods & Green’s. Fracturas en el adulto. Tomo 1. Madrid, 2003.
- ⁶⁵ Stover MD, Kellam JF. Ch 2.3 “Articular Fractures: Principles”. In AO principles of fracture management, ed. T. P. Ruedi, W. M. Murphy, New York, Thieme, 2000.
- ⁶⁶ Jupiter JB. Fractures of the distal end of the radius. J Bone Joint Surg 1991; 73A:461-9.

- ⁶⁷ Strange-Vognsen HH. Intraarticular fractures of the distal end of the radius in young adults. *Acta Orthop Scand* 1991; 62:527-30.
- ⁶⁸ Serrano De La Cruz Fernández, MJ. Fracturas distales de radio. Clasificación. Tratamiento conservador. *Rev Esp Cir Osteoarticular*. 2008;236(46):141-154.
- ⁶⁹ Rodríguez-Merchán EC. Management of comminuted fractures of the distal radius in the adult. Conservative or surgical. *Clin Orthop* 1998; 353:53-62.
- ⁷⁰ Catalano LW III, Cole RJ, Gelberman RH, Evanoff BA, Gilula LA, Borrelli JJr. Displaced intraarticular fractures of the distal aspect of the radius: Longterm results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A:1290-302.
- ⁷¹ Van der Linden W, Ericson R. Colles' fractures: How should its displacement be measured and should it be immobilized? *J Bone and Joint Surg* 1981; 63A:1285-8.
- ⁷² Mason ML. Colles' fracture. *British Journal of Surgery* 1953; 40:340-6.
- ⁷³ Gartland JJ Jr, Werley CW. Evaluation of healed Colles' fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1951;33:895-907.
- ⁷⁴ Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH, Linscheid RL. Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. *Clin Orthop Relat Res*. 1987;214:136-47.
- ⁷⁵ Abbaszadegan H, Jonsson U, von Sivers K. Prediction of instability of Colles' fractures. *Acta Orthop Scand* 1989;60:646-650.
- ⁷⁶ Lafontaine M, Hardy D, Delince P. Stability assessment of distal radius fractures. *Injury* 1989;20:208 – 210.
- ⁷⁷ Altissimi M, Mancini GB, Azzara A, et al. (1994) Early and late displacement of fractures of the distal radius, the prediction of instability. *Int Orthop*; 18 (2):61-65.
- ⁷⁸ Fernandez DL, Jupiter JB (1995) *Fractures of the Distal Radius*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.

- ⁷⁹ Nesbitt, KS, Failla JM, Les C. Assessment of Instability Factors in Adult Distal Radius Fractures. *J Hand Surg* 2004;29A:1128–1138.
- ⁸⁰ Koval, K.J., Zuckerman, J.D. *Handbook of Fractures*, 3rd Ed. USA 2006 Lippincott Williams & Wilkins.
- ⁸¹ Lipton HA, Wollstein R. Operative treatment of intraarticular distal radial fractures. *Clin Orthop* 1996; 327:110-24.
- ⁸² Martín Ferrero MA, Palencia J, Simón C, Ardura F, Sánchez Martín MM. Clasificación de las fracturas del radio distal. *Rev Ortop Traumatol* 2003;47 Supl. 1:3-12.
- ⁸³ Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G, Swiontkowski MF. Consistency of AO fracture classification for the distal radius. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:726-31.
- ⁸⁴ SF-36.org: a community for measuring health outcomes using SF tools. <http://www.sf-36.org>.
- ⁸⁵ The DASH outcome measure: disabilities of the arm, shoulder, and hand. <http://www.dash.iwh.on.ca/>.
- ⁸⁶ EuroQol Group/EQ-5D. <http://www.euroqol.org>.
- ⁸⁷ Health-related Health Utilities Group/Health Utilities Index (HUG/HUI) quality of life research. <http://www.fhs.mcmaster.ca/hug/>. Updated 2006 Feb 20.
- ⁸⁸ Hildebrand KA, Ross DC, Patterson SD, Roth JH, MacDermid JC, King GJ. Dorsal perilunate dislocations and fracture-dislocations: questionnaire, clinical, and radiographic evaluation. *J Hand Surg* 2000;25A:1069–1079.
- ⁸⁹ Lozano-Calderon SA, Doornberg J, Ring D. Fractures of the dorsal articular margin of the distal part of the radius with dorsal radiocarpal subluxation. *J Bone Joint Surg* 2006;88A:1486–1493.
- ⁹⁰ Herzberg G, Forissier D. Acute dorsal trans-scaphoid perilunate fracture-dislocations: medium-term results. *J Hand Surg* 2002;27B:498–502.
- ⁹¹ Sarmiento A, Pratt GW, Berry NC, Sinclair WF. Colles' fractures. Functional bracing in supination. *J Bone Joint Surg* 1975;57A:311–317.

- ⁹² Souer JS, Lozano-Calderon SA, Ring D. Predictors of Wrist Function and Health Status After Operative Treatment of Fractures of the Distal Radius. *J Hand Surg* 2008;33A:157.e1 – 157.e8.
- ⁹³ White AA, Panjabi MM, Southwick WA. The four biomechanical stages of fracture repair. *J Bone Joint Surg* 1977;59A:188-192.
- ⁹⁴ Fernandez DL, Wolfe SW. Cap 16: Fracturas del extremo distal del radio. En: Green's Cirugía de la mano. 5ª ed. Marbán. Tomo 1. Madrid, 2007. 645-710.
- ⁹⁵ Slutsky DJ. External Fixation of Distal Radius Fractures. *J Hand Surg* 2007;32A: 1624–1637.
- ⁹⁶ Friedman SL. Complicaciones en Ortopedia. Fracturas del Radio Distal. Jeffrey O. Anglen, AAOS. Barcelona, Ars Medica, 2008.
- ⁹⁷ Brumfield RH Jr, Nickel VL, Nickel E: Joint motion in wrist flexion and extension. *South Med J* 1966;59:909-910.
- ⁹⁸ Boone DC, Azen SSP. Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg* 1979;61:756-759.
- ⁹⁹ Ryu JY, Cooney WP III, Askew LJ, An KN, Chao EY. Functional ranges of motion of the wrist joint. *J Hand Surg [Am]* 1991;16:409-419.
- ¹⁰⁰ Palmer AK, Werner FW, Murphy D, Glisson R. Functional wrist motion: a biomechanical study. *J Hand Surg [Am]* 1985;30:39-46.
- ¹⁰¹ Harden RN, Bruehl S, Galer BS, et al. Complex regional pain syndrome: are the IASP diagnostic criteria valid and sufficiently comprehensive? *Pain* 1999;83:211-219.
- ¹⁰² Goldfarb CA, Yin Y, Gilula LA, Fisher AJ, Boyer MI. Wrist Fractures: What the Clinician Wants to Know. *Radiology* 2001; 219:11–28.
- ¹⁰³ Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G and Swiontkowski MF. X-ray Film Measurements for Healed Distal Radius Fractures. *J Hand Surg* 1996;21A:31-39. Erratum in: *J Hand Surg [Am]*. 1996;21:532.

- ¹⁰⁴Beaton DE, Davis AM, Hudak P, McConnell S. The DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand) outcome measure: What do we know about it now? *J Hand Ther Br* 2001; 6(4):109-118.
- ¹⁰⁵Chung KC, Watt AJ, Kotsis SV, Margaliot Z, Haase SC, Kim HM. Treatment of unstable distal radial fractures with volar locking plating system. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:2687-94.
- ¹⁰⁶Westphal T, Piatek S, Schubert S, Winckler S. Outcome after surgery of distal radius fractures: no differences between external fixation and ORIF. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005;125:507–514.
- ¹⁰⁷Arora J, Malik AC. External fixation in comminuted, displaced intra-articular fractures of the distal radius: is it sufficient? *Arch Orthop Trauma Surg* 2005;125:536 –540.
- ¹⁰⁸Jupiter JB, Marent-Huber M and the LCP Study Group. Operative Management of Distal Radial Fractures with 2.4-Millimeter Locking Plates. A Multicenter Prospective Case Series. *Bone Joint Surg Am.* 2009;91:55-65.