



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Uso de Modelos de Impresión 3D para Optimizar la Reducción Quirúrgica de Fracturas de Extremidad Distal de Radio.

D. Pablo Ángel Sebastián Giraldo

2022



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Uso de Modelos de Impresión 3D para Optimizar la
Reducción Quirúrgica de Fracturas de Extremidad
Distal de Radio.

Director

Dr. Antonio García López

Tutor

Dr. Miguel Ángel Fernández-Villacañas Marín

Doctorando

D. Pablo Ángel Sebastián Giraldo

TESIS DOCTORAL

USO DE MODELOS DE IMPRESIÓN 3D PARA OPTIMIZAR LA REDUCCIÓN QUIRÚRGICA DE FRACTURAS DE EXTREMIDAD DISTAL DE RADIO.

**Dedicado a Manuel y María Felisa, a los que debo todo.
A Doloritas y a mis hijos, Pablo y Diego que me soportaron como
pudieron durante la redacción de esta tesis.**

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a todas las personas que han dedicado su tiempo y esfuerzo a la elaboración de esta tesis doctoral.

A los compañeros del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital General Universitario Dr. Balmis de Alicante, y en especial a los componentes de la Unidad de Miembro Superior, doctores Carlos Sánchez, Máximo Villena, Santiago Arlandis, José Bataller y Ana Fernández, que, además colaboró registrando los datos clínicos finales de los pacientes.

A los Médicos Residentes y en concreto a Adrián Lozano, Eva Vera e Irene Hernández, siempre dispuestos a imprimir modelos y en particular a la doctora Marta Elvira por su colaboración realizando las mediciones radiológicas.

Al doctor José Navarro, del Servicio de Anestesia, que nos adentró en el mundo de la impresión 3D.

Al Servicio de Biblioteca: a doña Rosa Trigueros y a doña Encarnación Aguilar.

Al Servicio de Medicina Preventiva, que incluso durante esta Pandemia ha sacado el tiempo necesario para realizar los estudios estadísticos, a su Jefe de Servicio, doctor José Sánchez y a la médico residente, ya especialista, doctora Natividad Algado.

A los enfermeros, que siempre me ayudaron de forma eficaz tanto en la cirugía como en la recopilación de datos.

Al doctor Miguel A. Fernández-Villacañas Marín, por guiarme en el mundo académico.

Al doctor, Jefe de Servicio y amigo, Antonio García López, que me motivó para la realización de esta tesis.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	15
2.- MATERIAL Y MÉTODO	19
Hipótesis.....	21
Objetivos	22
Diseño	22
Variables.....	24
Análisis estadísticos.....	25
Aspectos éticos.....	27
3.- ANATOMÍA DE LA MUÑECA.	29
4.- BIOMECÁNICA DE LA MUÑECA	43
5.- RADIOLOGÍA.....	49
6.-HISTORIA.....	59
7.-CLASIFICACIONES	67
8.-TRATAMIENTO, COMPLICACIONES y MEDICIÓN DE RESULTADOS.....	81
9.-IMPRESIÓN DE MODELOS 3D EN TRAUMATOLOGÍA.....	103
10.- RESULTADOS GENERALES	111
11.- RESULTADOS.	139
12.- DISCUSIÓN	161
13.- CONCLUSIONES.	173
14.- ANEXOS.....	177
15.- BIBLIOGRAFÍA.....	201

Abreviaturas

AAOS American Academy of Orthopaedic Surgeon.

AMA American Medical Association.

AO/ASIF The Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of Internal Fixation.

AP Anteroposterior.

APL *Abductor pollicis longus*.

ARC Articulación radiocarpiana

ARCD Articulación radiocubital distal.

Br *Brachioradialis*.

CFCT Complejo del fibrocartílago triangular.

CM Con modelo.

DASH Disability of Arm, Shoulder and Hand.

DTM Movimiento del lanzador de dardos (dart thrower,s motion).

ECU *Extensor carpi ulnaris*.

ECRB *Extensor carpi radialis brevis*.

ECRL *Extensor carpi radialis longus*.

ED *Extensor digitorum*.

EIP *Extensor indicis*.

EPB *Extensor pollicis brevis*.

EPL *Extensor pollicis longus*.

EVA Escala Visual Analógica.

FCR *Flexor carpi radialis*.

FCU *Flexor carpi ulnaris.*

FE Flexo-extensión.

FPL *Flexor pollicis longus.*

FRD Fracturas de radio distal.

I-3D Impresión tridimensional.

LCCP Ligamento cubitocarpiano palmar.

LRCP Ligamento radiocarpiano palmar.

LRC Ligamentos radiocubitales.

PHS Placa de hueso subcondral.

PQ *Pronator quadratus.*

PRWE Patient-Rated Wrist Evaluation.

PS Prono-supinación.

RC Radio-cubital.

RNM Resonancia nuclear magnética.

SDRC Síndrome de dolor regional complejo.

SM Sin modelo.

STL Lenguaje de triangulación estándar

TAC Tomografía axial computerizada.

TCS Tejido celular subcutáneo.

INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

Las fracturas de radio distal (FRD) son unas de las más frecuentes en el ser humano y representan el 16% de todas las lesiones agudas del aparato locomotor que se tratan en los servicios de urgencias (1).

El riesgo de sufrir una fractura de este tipo a lo largo de la vida es de un 15% para las mujeres y de un 2% para los hombres (2).

Previamente a 1995 las FRD eran tratadas, en la mayoría de los casos, sin cirugía (3), pero desde el inicio del milenio y con la aparición de la placa de tornillos bloqueados (4) la cirugía en este tipo de fracturas aumentó hasta en un 39% entre 1999 a 2007 (5).

La tasa de complicaciones del tratamiento con placa volar puede alcanzar hasta el 14% (6) y en múltiples ocasiones estas complicaciones se deben a una longitud o dirección inadecuada de los tornillos o a la incorrecta posición de la placa (7).

En agosto de 1984 Charles W "Chuck" Hull patenta un *"Aparato para la producción en tres dimensiones de objetos por estereolitografía"* (8).

El uso de esta tecnología, la impresión 3D (I-3D), se ha extendido en la medicina (9) y con la creciente complejidad de las intervenciones quirúrgicas realizadas en la cirugía traumatológica y ortopédica y las mejoras técnicas realizadas en la impresión tridimensional ha habido un mayor interés en este campo (10).

Las imágenes de la tomografía computarizada (TAC) o de resonancia magnética (RNM) de las áreas lesionadas se pueden utilizar para imprimir objetos en 3 dimensiones que se pueden tocar y manipular y que son representaciones de la fractura de un paciente de forma personalizada, esto mejora el conocimiento de los cirujanos sobre la anatomía patológica precisa de las lesiones, tanto en huesos traumatizados y tejidos blandos como en áreas normales y, por lo tanto, ayudarían en la planificación preoperatoria precisa (11).

Múltiples comunicaciones informan en los últimos años sobre la utilidad de I-3D en el tratamiento de las fracturas articulares (12–19).

En el tratamiento de las FRD, de forma específica , la I-3D parece un método que facilita la evaluación preoperatoria y sirve de ayuda para planificar el tratamiento quirúrgico (20), pudiendo disminuir el tiempo de intervención y de exposición a fluoroscopia (21).

Hemos diseñado un estudio que nos permita conocer la efectividad clínica de modelos I-3D en el tratamiento de las FRD para la mejora de la funcionalidad de la muñeca a los 6 meses de la intervención, basada en el cuestionario *Patient Rated Wrist Evaluation* (PRWE) y que a su vez también nos permita valorar la posible reducción de los tiempos quirúrgicos, tiempos de escopia, ahorro de material, optimización del posicionamiento del mismo, así como la mejora de los resultados tanto clínicos como radiológicos y funcionales.

MATERIAL Y MÉTODO

2.- MATERIAL Y MÉTODO

Hipótesis

La utilización de planificación preoperatoria con modelo impreso 3D en las FRD mejora los resultados de funcionalidad de la muñeca evaluado a través del cuestionario PRWE a los 6 meses tras la cirugía.

Hipótesis secundarias

Durante el procedimiento quirúrgico la utilización de la planificación preoperatoria del I-3D en las FRD:

Disminuye el tiempo quirúrgico.

Disminuye el tiempo de radioscopia durante la intervención.

Reduce la pérdida de material.

A los 6 meses de seguimiento tras la cirugía de las FRD la utilización de la planificación I-3D en las FRD:

Mejora las reducciones y las osteosíntesis evaluado mediante parámetros radiológicos.

Mejora los parámetros clínicos relacionados con la movilidad y fuerza.

Mejora los parámetros de funcionalidad de miembro superior evaluados a través del cuestionario *Disability of Arm, Shoulder and Hand* (DASH).

Mejora el dolor evaluado mediante la Escala Visual Analógica (EVA).

Objetivos

Principal

Analizar la efectividad de las I-3D en los pacientes intervenidos de FRD en cuanto a los parámetros de funcionalidad, medido a través del cuestionario PRWE, a los 6 meses tras la cirugía.

Secundarios

Describir la edad, sexo, ocupación, comorbilidades, hobbies, extremidad dominante, lado lesionado, mecanismo de fractura, tiempo de espera quirúrgico, clasificación de la fractura y tiempo empleado en la preparación del modelo I-3D de los pacientes estudiados.

Valorar la posibilidad de incluir la I-3D como rutina en la planificación preoperatoria en los pacientes con fracturas intraarticulares de muñeca.

Describir el tiempo quirúrgico, tiempo de radioscopia y pérdida de material durante la intervención.

Describir a los 6 meses tras la intervención la movilidad, fuerza, parámetros radiológicos, funcionalidad del miembro superior y dolor de los pacientes.

Diseño

Ensayo clínico controlado aleatorizado doble ciego realizado en pacientes del Servicio de Traumatología del Hospital General Universitario Dr. Balmis de Alicante desde mayo de 2018 a noviembre de 2021, en el que se evaluará la efectividad de los modelos I-3D en las fracturas intraarticulares de radio distal.

Criterios de inclusión:

- Edad >18 < 80 años.
- Fracturas inestables según el criterio de Lafontaine (22).

- Fracturas irreductibles.
- Fracturas intraarticulares de radio distal tipos B y C de la clasificación AO.
- Paciente con capacidad para leer y comprender toda la información relevante del estudio.

Criterios de exclusión:

- Fracturas bilaterales.
- Fracturas previas de muñeca o alteración previa contralateral.
- Fracturas no desplazadas.
- Fracturas estables.
- Fracturas abiertas.
- Fracturas asociadas.
- Enfermedades inflamatorias que afecten a las muñecas.
- Fracturas de más de 2 semanas de evolución.
- Enfermedades asociadas que impidan una correcta rehabilitación (Enfermedad mental, neurológica, etc.).

Criterios de retirada:

Todos los pacientes participantes en el estudio tienen derecho a retirarse del mismo en cualquier momento, rellenando el documento denominado "Revocación de consentimiento informado.", sin tener que justificar esta decisión y sin que ello le suponga detrimento alguno en su seguimiento clínico.

Cuando se produzca un abandono prematuro, se cumplimentará el apartado correspondiente del cuaderno de toma de datos, indicando, la fecha y el motivo de la retirada.

Tamaño de la muestra

Número de sujetos: se estudiarán un total de 30 pacientes con fracturas intraarticulares de muñeca, que serán divididos en dos grupos: el grupo no expuesto se osteosintetizará de forma rutinaria con placa volar (n=15) y el grupo expuesto se intervendrá tras la realización de un modelo I-3D de la fractura, que se analizará y servirá de base para la síntesis y que también será intervenido con placa volar (n=15).

Variables

Variable resultado

Principal

Diferencia entre las puntuaciones del cuestionario PRWE entre el grupo intervenido con I-3D (grupo expuesto) frente al intervenido sin el modelo I-3D (grupo no expuesto) a los 6 meses del estudio.

Secundarias

Tiempo de espera prequirúrgica (días)

Tiempo quirúrgico (minutos)

Tiempo de radioscopia (minutos)

Pérdida de material (medido como número de pacientes en los que se ha producido pérdida de material y como número de material perdido).

Parámetros clínicos medidos a través de los movimientos de flexión, extensión, desviación radial, desviación cubital, pronación y supinación (grados).

Fuerza de prensión (Kilogramos)

Parámetros radiológicos ángulo de inclinación radial(grados), ángulo de inclinación volar (grados), altura radial (mm) escalón articular (mm), altura de la placa (clasificación de Soong)

Funcionalidad del miembro superior (DASH)

Dolor (EVA)

Las mediciones clínicas y radiológicas han sido realizadas por un observador independiente cegado.

Variables explicativas:

Modelo 3D: si/no.

Edad.

Sexo.

Lado dominante.

Lado lesionado.

Mecanismo de fractura

Clasificación de la fractura.

Análisis estadísticos

En primer lugar se realizará un análisis descriptivo de las características de los pacientes incluidos en el estudio (edad, sexo, fractura de extremidad dominante, mecanismo lesional, tiempo medio prequirúrgico (días) clasificación de la fractura y tiempo medio empleado en la preparación I-3D (minutos)) para el total de los pacientes incluidos y en función del grupo asignado (grupo modelo I-3D y grupo control) para establecer la homogeneidad entre ambos grupos.

A continuación se evaluarán los parámetros intraoperatorios: duración de la intervención en minutos, tiempo de escopia en minutos y pérdida de material (número de tornillos desechados).

Se utilizará la media y la desviación estándar cuando las variables sigan una distribución normal y la mediana y los percentiles 25 y 75 cuando

sigan una distribución no paramétrica; para determinar el tipo de distribución de la variable cuantitativa se realizará el test de Kolmogorov-Smirnov.

Para las variables cualitativas se utilizarán frecuencias absolutas y relativas en porcentaje. Posteriormente se comparan los parámetros intraoperatorios en ambos grupos mediante la T-Student para variable de distribución paramétrica o la U de Mann-Whitney para las no paramétricas.

Finalmente se llevará un estudio de las variables evaluadas a los 6 meses de la intervención: PRWE, DASH, Movilidad de muñeca (flexión, extensión, desviación radial, desviación cubital, pronación y supinación), fuerza, radiología (ángulo de inclinación radial, ángulo de inclinación volar, altura radial escalón articular, altura de la placa) y dolor a través de la EVA.

Se utilizará la media y las desviación estándar cuando las variables sigan una distribución normal y la mediana y los percentiles 25 y 75 cuando sigan una distribución no paramétrica.

Para estudiar la asociación entre ambos grupos se utilizará para las variables cualitativas la prueba de Chi-cuadrado y para las variables cuantitativas se utilizó la prueba T-Student o la U de Mann-Whitney.

Se establece el nivel de significación estadística en $p < 0.05$.

El análisis se realizará utilizando el programa estadístico IBM*_SPSS_Statistics v 25.0.

Aspectos éticos

El estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética del Hospital General Universitario Dr. Balmis de Alicante.

ANATOMÍA DE LA MUÑECA

3.- ANATOMÍA DE LA MUÑECA

La muñeca es la región anatómica que une al antebrazo con la mano, está constituida por dos articulaciones, los tendones correspondientes la musculatura extrínseca de la mano y las estructuras vasculares y nerviosas que la recorren (23).

.- Anatomía Ósea:

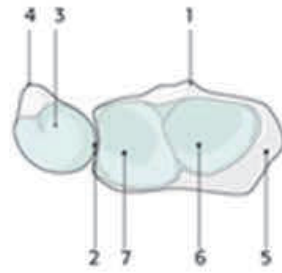
Articulación radiocarpiana (ARC), une el antebrazo y la mano, en ella solo el radio articula directamente con el carpo, siendo una diartrosis de género condíleo (24,25).

En la parte del antebrazo encontramos el radio distal, que es el que nos ocupa por ser donde se produce la fractura de muñeca, objeto de nuestro estudio, y que denominaremos extremidad distal del radio. Es la parte más voluminosa del hueso, aplanado de delante atrás, mide clásicamente unos 3 cms en sentido transversal y unos 2 cm en sentido antero posterior (24); mediciones más recientes mediante microtomografía computerizada con una resolución de 18 μm a nivel del tubérculo de Lister estiman la medida en 21,7 mm en el plano axial y de 28,2 mm en el plano transversal (26), aunque la variabilidad es grande en relación al tamaño del individuo (24,27).

Tiene forma de pirámide cuadrangular truncada, presenta 6 caras:

Cara superior, que se une al resto del hueso.

Cara inferior, que constituiría la base de la pirámide y que está recubierta de cartílago hialino y que articula con los huesos del carpo y está dividida por una cresta que delimita dos cavidades, la externa, de forma triangular, para su articulación con el escafoides, y la medial, cuadrilátera, para el semilunar (Figura 1. Anatomía).



- 1.- Tubérculo de Lister.
- 2.- Fosa sigmoidea.
- 3.- Cabeza cubital.
- 4.- Estiloides cubital.
- 5.- Estiloides radial.
- 6.- Cavidad escafoidea.
- 7.- Cavidad semilunar.

Figura 1. Anatomía. Cara inferior. Fuente:

"<https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/distal-forearm/approach/anatomy-of-the-distal-forearm>"

Cara anterior, plana en sentido transversal y cóncava en sentido vertical. Desde el punto de vista quirúrgico, y más concretamente para la osteosíntesis con placas volares, tiene importancia la llamada línea divisoria de aguas "watershed line" (28), lugar en el que el radio pasa de una inclinación de dirección volar a cambiar el sentido para hacerse dorsal. Este cambio de dirección no es inocente y la violación del mismo utilizando placas o material de síntesis puede traer consecuencias funestas. (Figura 2. Anatomía).

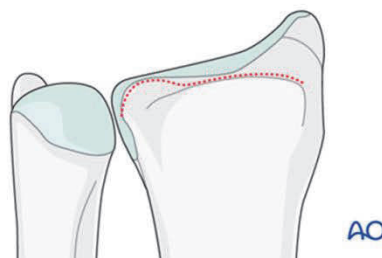


Figura 2. Anatomía. Watershed line.

Fuente: "<https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/distal-forearm/approach/anatomy-of-the-distal-forearm>"

Cara posterior, más estrecha que la anterior y desciende más que la volar, lo cual condicionará nuestra visión radiológica. Presenta una serie de canales para el *extensor digitorum* (ED) y *extensor*

indicus propius (EIP). El tubérculo de Lister (26,29–31) sirve de reflexión para para el *extensor pollicis longus* (EPL) y diseña su canal.

Cara posteroexterna, continúa la cara externa y también tiene pequeños canales para el *extensor carpi radialis brevis* (ECRB) y *extensor carpi radialis longus* (ECRL), así como para el *extensor pollicis brevis* (EPB) y el *abductor pollicis longus* (APL), constituye la apófisis estiloides del radio, en cuya zona más proximal se inserta mediante un tendón plano el musculo supinador largo o *brachioradialis* (Br) (24,32,33).

Cara medial, presenta una carilla articular para el cúbito, denominándose cavidad sigmoidea del radio. Existe una gran variabilidad entre individuos, pero con simetría respecto al lado contralateral (34) (Figura 3. Anatomía).



Figura 3. Anatomía. (*cavidad sigmoidea*).

Articulación radiocubital distal (ARCD) es un troncoide(24) presentando por parte del cúbito dos carillas articulares, una supero externa con forma de segmento de cilindro macizo y otra inferior, que es aplanada y mira hacia la mano. La primera de ellas estaría en relación con la mencionada cavidad sigmoidea del radio, siendo algo más extensa que esta en sentido antero posterior, la curvatura de la fosa sigmoidea del radio es mayor que la cabeza del cúbito (35).

La unión entre ambos extremos óseos se realiza mediante un fibrocartílago interóseo o ligamento triangular (24).

.- Ligamentos

La unión del radio con el carpo se realiza por una cápsula fibrosa, como en las demás diartrosis, en el contorno de la superficie articular del radio y el ligamento triangular, para su unión con el cúbito y por la distal en la superficie articular del cóndilo carpiano, siendo reforzada por una serie de ligamentos, los cuales se colocan alrededor de todo el perímetro articular, excepto en la zona dorso radial del mismo (26).

Muchos de los ligamentos que refuerzan la articulación radiocarpiana refuerzan, además la mediocarpiana (25).

Los ligamentos extrínsecos volares, clásicamente son dos:

El radiocarpiano palmar (LRCP) y el cubitocarpiano palmar (LCCP) (36).

El LRCP, también denominado oblicuo de Weitbrecht (37), tiene dos fascículos:

1. Superior, que se extiende desde el reborde anterior de la superficie distal del radio insertándose en la cara palmar del hueso semilunar, en el ligamento interóseo semilunopiramidal y en el hueso piramidal; es el denominado radiosemilunar-piramidal o radiosemilunar largo (37).
2. Inferior, más oblicuo que el anterior, se origina en la parte anterior de la apófisis estiloides y tras dejar alguna fibra en el escafoideo se inserta en el hueso grande. Se le conoce también como ligamento radioescafoideo-hueso grande (27,30).

Cubital a este ligamento se ha descrito el ligamento radiosemilunar corto, acompañado de importante vascularización, que desde el radio se inserta en el semilunar (27,30,38,39).

Debajo de este se encuentra el pequeño ligamento llamado radioescafosemilunar de Testut-Kuentz (36), al que algunos autores no consideran un auténtico ligamento (38,40).

El LCCP se extiende desde la epífisis distal y palmar del cúbito a la cara palmar de los huesos semilunar y piramidal y hasta el hueso grande, llamado por algunos autores el ligamento *ulnocapitate* (38). Cubre la porción más cubital del ligamento radiosemilunopiramidal (Figura 4. Anatomía).

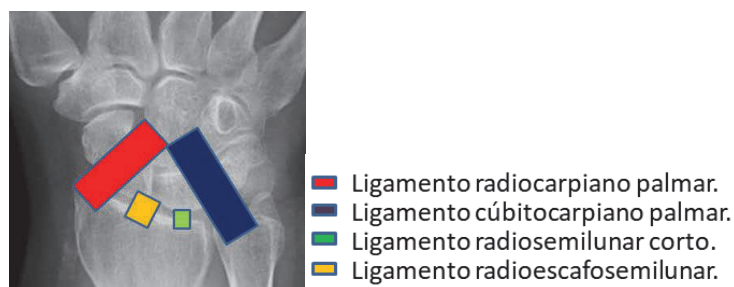


Figura 4. Anatomía (*Ligamentos palmares*).

Reforzando la articulación cubitocarpiana existen a ambos lados los ligamentos colaterales externo e interno.

Ligamento colateral externo o radioescafoideo, que insertándose en la apófisis estiloides del radio termina en el tubérculo del escafoides y vaina del *flexor carpi radialis* (FCR) (36).

Ligamento colateral interno o colateral cubital del carpo, desde la apófisis estiloides del cúbito se divide en dos fascículos llegando el palmar al hueso pisiforme y el dorsal al hueso piramidal (36).

En la parte dorsal del radio encontramos un ligamento menos grueso y menos extenso (41), el ligamento radiocarpiano dorsal (27,38), fijándose en el borde posterior de la carilla del radio desde el tubérculo de Lister (38) para insertarse distalmente en la parte posterior del piramidal, dejando algunas fibras en su recorrido en el semilunar (24,29) y rara vez con el escafoides (29).

Ocasionalmente presenta un ligamento radiosemilunar posterior (36).

La muñeca no presenta ligamentos dorsales cubitocarpianos (29). (Figura 5. Anatomía).

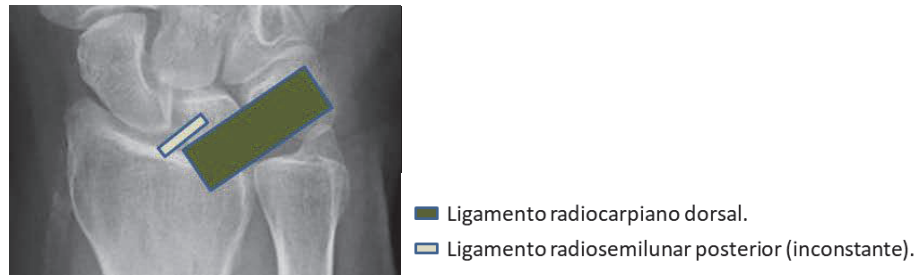


Figura 5. Anatomía. (*ligamentos dorsales*)

La estabilidad de la ARCD además de los estabilizadores dinámicos (ECU, *flexor carpi ulnaris* (FCU)), tiene una serie de estabilizadores estáticos que se corresponderían a la cápsula dorsal y palmar; esta cápsula limitaría la máxima pronación y supinación.

Además se une por un fibrocartílago denominado complejo del fibrocartílago triangular (CFCT) (42).

El CFCT estaría compuesto por un menisco homólogo, ligamentos radiocubitales (LRC) y los ligamentos cubitosemilunar y cubitopiramidal, además del suelo de la corredera del *extensor carpi ulnaris* (ECU) y la cápsula de la articulación, siendo los LRC los que estabilizan la ARCD directamente (42).

Histológicamente el CFCT muestra que el origen de los LRC se realiza en una amplia zona en la fovea y base de la estiloides cubital, y que se separa en una rama dorsal y otra palmar que se insertarían, tras divergir, en la zona radial de la fosa sigmoidea del radio (35,42,43).

La inserción de la parte central del CFCT en la fosa sigmoidea del radio se realizaría en el cartílago hialino radial (44). Sin embargo, una inserción de una matriz de cartílago hialino y fibrocartílago no proporcionaría suficiente fuerza para las inserciones de ligamentos (45).

Así existirían dos tipos de inserción del CFCT en el radio, una inserción ósea firme que correspondería, como hemos comentado a las inserciones dorsal y volar de los LRC y otra, una amplia transición desde el

disco fibrocartilaginoso central hacia el cartílago hialino de la fosa sigmoidea (43). (Figura 6. Anatomía)

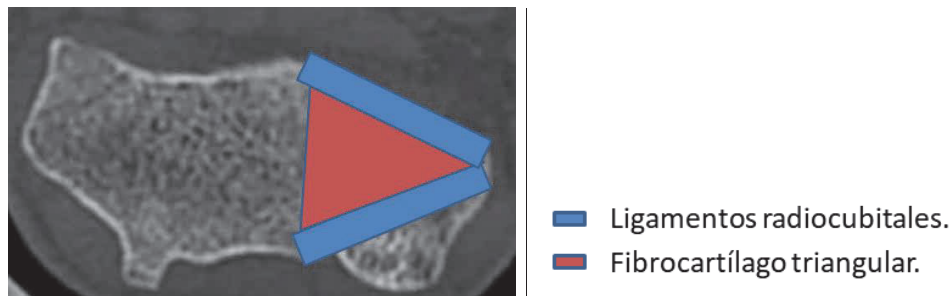


Figura 6. Anatomía. (*Ligamentos radiocubitales*).

.- Partes blandas

La muñeca está recorrida de forma longitudinal por una serie de formaciones anatómicas integradas por los tendones de la musculatura extrínseca de la mano y de formaciones nerviosas y vasculares que cubren su contorno, las dividiremos en dorsales y volares.

En la cara dorsal, posterior o plano de extensión (24), encontramos primeramente la piel y el tejido celular subcutáneo (TCS) con ramos nerviosos de n. radial, braquial cutáneo interno y rama dorsal del n. cubital, una aponeurosis con un conjunto de tendones que desde el antebrazo descienden a la mano y que se introducen en una serie conductos o correderas (29,32).

La primera corredera y más radial, sería para el APL y EPB, la segunda para ECRL y ECRB, la tercera corresponde al EPL, la cuarta al EIP y ED, el quinto de esos espacios correspondería al *extensor digiti minimi* y el sexto para el ECU, siendo esta última la más cubital (Figura 7. Anatomía).

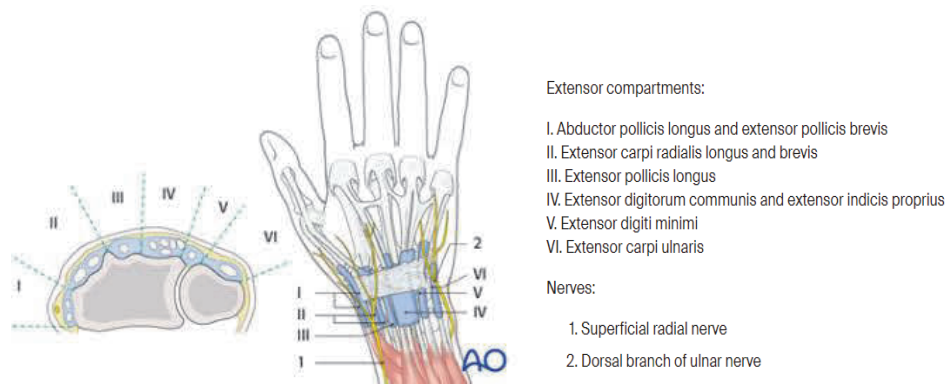


Figura 7. Anatomía. (muñeca dorsal). Fuente:

"<https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/distal-forearm/approach/anatomy-of-the-distal-forearm>"

En la cara volar, anterior o plano de flexión (24) y lugar donde realizamos la intervención quirúrgica en el presente estudio, hallamos en la zona distal de la muñeca la piel, el TCS y la fascia antebraquial (46), debajo de la cual encontraremos:

En un primer plano, y de fuera adentro, los tendones del BR, la arteria radial, los tendones del FCR, el *palmaris longus*, ausente hasta en un 15 % de los individuos (24,47,48) y entre ambos el nervio mediano con su rama cutaneopalmar (46,49), la arteria y el nervio cubital y el FCU.

En un segundo plano se hallan los cuatro tendones del *flexor digitorum superficialis*

En un tercer plano los cuatro tendones del *flexor digitorum profundus* estando ausente el flexor profundo del meñique hasta en un 33% de los individuos (50,51), y por fuera de ellos el *flexor pollicis longus* (FPL) (Figura 8. Anatomía).

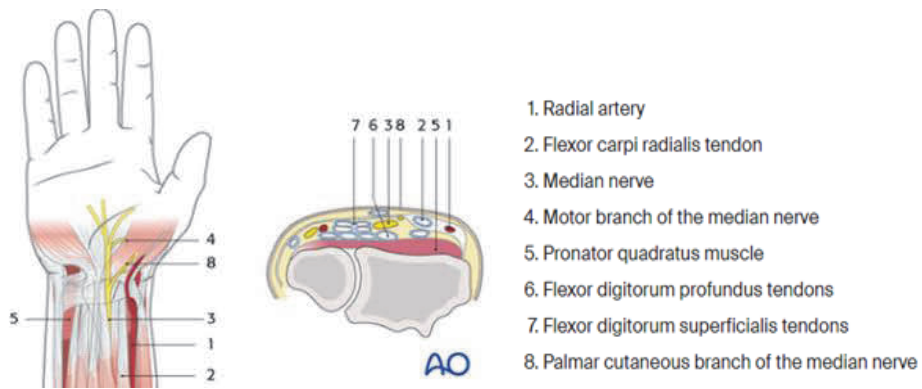


Figura 8. Anatomía (*cara palmar o volar*). Fuente:

"<https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/distal-forearm/approach/anatomy-of-the-distal-forearm>"

En este lugar encontramos el espacio de Parona (Figura 9. Anatomía), un espacio virtual entre los tendones flexores y el *pronator quadratus* (PQ) (31), el cual se inserta en la cara anterior del cuarto inferior del radio mediante fibras carnosas y en el cúbito mediante un tendón plano y nacarado (24) y que se observa debajo de las estructuras descritas y les sirve de separación de la cara anterior del radio y cúbito.

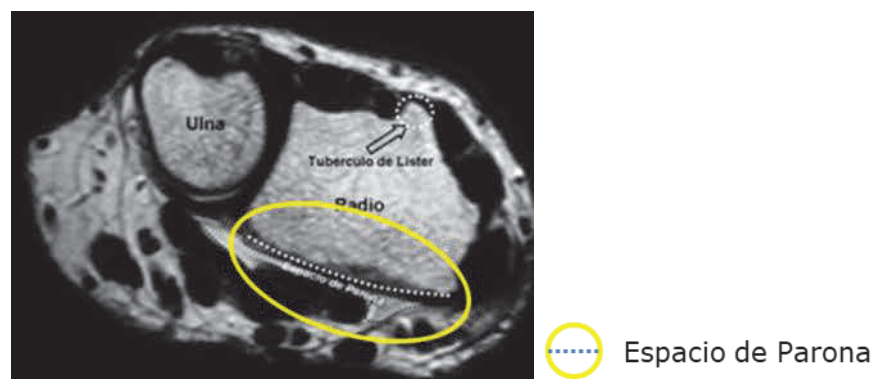


Figura 9. Anatomía. Fuente: Indriago IR., Orbay JA. "Aplicación quirúrgica de la anatomía distal del radio: Nuevos conceptos". Patología del Aparato Locomotor 2007:vol 5 Supl II.

.- Microestructura

En cuando a su microestructura esta ha sido menos estudiada y consistiría en una placa de hueso subcondral, la cortical ósea y el hueso trabecular (26).

Singh y colaboradores estudiaron la estructura trabecular básica del fémur proximal en 1970 (52) mejorando el conocimiento de la biomecánica y las fuerzas que pueden fracturarlo, esos conocimientos ahora comienzan a verse en el radio distal.

La placa de hueso subcondral (PHS) tiene una configuración de celosía, con múltiples láminas paralelas, el espesor y el número de laminaciones es mayor en los sitios de carga articular. La capa superficial se extiende por toda la superficie articular hasta el margen cortical opuesto.

Esto correspondería a la PHS primaria. Las otras capas no abarcarían toda la superficie articular, serían las capas secundaria, terciaria, etc.

La disposición de las múltiples capas es similar a una ballesta, utilizada todavía para la suspensión en vehículos de motor pesados (26).

Entre las capas de PHS hay múltiples puntales óseos. Entre las láminas primaria y secundaria los puntales son perpendiculares a la superficie articular. A medida que nos alejamos de la placa ósea subcondral primaria, los puntales se dirigen más a lo largo de la línea del eje radial.

No se identificaron canales de Havers en la placa de hueso subcondral en ningún espécimen (26).

El hueso medular en dependencia de la zona tendría diversas configuraciones:

A nivel del borde de la metáfisis cortical distal se continúa en la periferia con la PHS. A pesar de que es extremadamente delgado, suspende la PHS y proporciona las uniones ligamentosas para los ligamentos capsulares radiocarpianos. Esto sugiere que es poco probable que el borde cortical sea el factor clave en la transmisión de la carga a la diáfisis volviéndose progresivamente más grueso hacia la diáfisis (26).

En la zona de la faceta semilunar volar presenta columnas óseas rectas gruesas que se extienden desde el lugar de la carga máxima (cara volar de la faceta semilunar) hasta la corteza diafisaria volar más gruesa (26). (Figura 10. Anatomía).

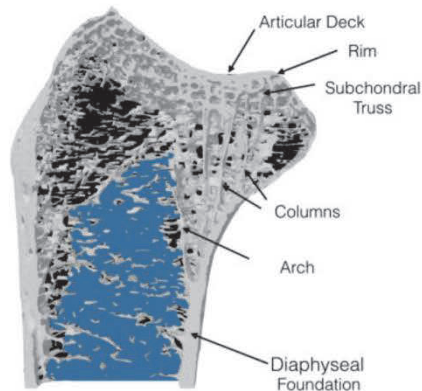


Figura 10. Anatomía. Fuente: Bain GI, MacLean S,McNaughtton T. "Microstructure of the Distal Radius and Its Relevance to Distal Radius Fractures". J Wrist Surg. 2017;06(04):e1-2.

A nivel metafisario, clásicamente estaría formado por trabéculas óseas que se dirigirían de forma vertical y perpendicular a la superficie articular (24), estudios recientes observan que el material trabecular se conforma en forma de arco gótico cuyo vértice estaría por debajo del área de carga máxima, estos arcos se disponen en serie, los cuales trasladan la carga en sentido lateral y longitudinal (26) (Figura 11. Anatomía).

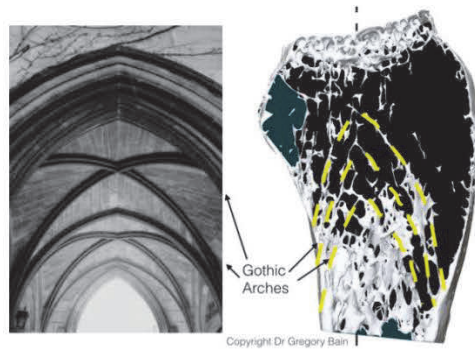


Figura 11. Anatomía. Fuente: Bain GI, MacLean S,McNaughtton T. "*Microstructure of the Distal Radius and Its Relevance to Distal Radius Fractures*". J Wrist Surg. 2017;06(04):e1-2.

Las bases se unen a la corteza, que se vuelve progresivamente más gruesa, siendo una base muy sólida (26).

Las trabéculas intermedias van desde la PHS hasta los arcos metafisarios, distribuyendo las cargas a los arcos, pero no específicamente al vértice aumentado la carga estable en la PHS (26).

En la cortical, las trabéculas metafisarias están dispuestas como placas, y donde estas placas confluyen dan unos engrosamientos en forma de tallo o varilla que en el radio proximal se convierten en las crestas de la superficie endóstica, se extienden de forma longitudinal ayudando a transmitir la carga articular y, además, para reforzar el radio que evita el pandeo durante la torsión (26).

4.- BIOMECÁNICA DE LA MUÑECA

.- Introducción

La muñeca es la articulación más compleja del cuerpo y proporciona el posicionamiento final para la mano actuando coordinadamente con varias articulaciones.

Tiene un gran arco de movimiento con una sustancial resistencia a fuerzas de compresión y pares de torsión (53).

El movimiento de la muñeca tiene lugar en tres planos, el de Flexo-Extensión (FE), desviación Radio Cubital (RC) y los movimientos de Prono-Supinación (PS), estos tres grados de movimiento también los poseen otras articulaciones como la cadera o el hombro, pero para resolver el problema de la estabilidad no recurre a un envoltorio masivo de musculatura si no que lo logra mediante una articulación compuesta que consta de la ARC, la Articulación intercarpiana y la ARCD (53), la cual también estará influenciada por la radio cubital proximal.

El movimiento de la ARC se debe al deslizamiento de las superficies convexas de la hilera proximal del carpo, constituida por escafoides, semilunar y piramidal y sus uniones ligamentosas sobre la cara distal del radio y CFCT (25).

La compleja biomecánica de la muñeca y el carpo escapa del objeto de este estudio por lo que nos ceñiremos a la interacción del radio y el CFCT con la primera hilera, que como ya indicamos forman una articulación de tipo condíleo, y a nivel de la ARCD.

.- Movimientos de Flexión/Extensión y Desviación Radial/Cubital

La amplia movilidad de la articulación de la muñeca se debe a la combinación de la movilidad en las dos hileras del carpo, dirigiéndose en la misma dirección, iniciándose el movimiento, tanto de flexión como de

extensión en la medio carpiana (53,54), ambas hileras realizan excursiones angulares similares aunque el semilunar parece participar más en la extensión, y el hueso grande en la flexión (53,55).

La movilidad de la muñeca en grados de FE y desviación RC referenciados por la American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) (56) y la American Medical Association (AMA) (57) en Norkin (25) son variables entre una flexión de 80° y extensión de 70° para la AAOS y una flexión de 60° y extensión de 60° para AMA, siendo similares las desviaciones radial (20°) y cubital (30°).

Boone (58) encuentra una flexión de 76.4° y una extensión de 74,9° con 21,5° de desviación radial y 36,0° de cubital. Por su parte Chaparro (59) lo cuantifica en una flexión de 50,8°, extensión de 44,0° y un desplazamiento cubital de 35,0°.

Estas variaciones se explican, en parte, por la edad de los pacientes en los que se realizaron las mediciones: en el caso de Boone et al en individuos de entre 18 meses y 54 años; en el caso de Chaparro et al, en individuos de entre 60 y 90 años. Hay que tener en cuenta que los varones pierden una media de unos 2.2° cada 5 años (25).

Los movimientos en cuanto a la bilateralidad, en sujetos sanos, son simétricos (58,60), pudiendo tomar el miembro contralateral como referencia (25).

.- Movimientos de Pronación/ Supinación

El movimiento de rotación proporciona a la muñeca un tercer grado de movimiento y ocurre entre el eje que pasa por la mitad de la cabeza radial en el codo y en el centro de la cabeza del cúbito en la muñeca (35,53). El radio gira alrededor de la cabeza del cubito, la cual sufre un mínimo movimiento, dorsal en pronación y volar en supinación (61).

La movilidad media de la pronación y supinación es, según Bonne (58), de 84° para la pronación y 77° para la supinación, por su parte para AMA (62) y la AAOS (56), de 80° correspondería tanto de pronación como de supinación.

Los movimientos de PS también interaccionan con los movimientos de FE de la muñeca (63).

.- Movimiento combinado

El movimiento de la muñeca resulta de una combinación de la compleja arquitectura ósea, de los ligamentos y de las fuerzas musculares ejercidas.

Estos movimientos fueron ya descritos por Palmer (64), aunque en los últimos años un nuevo modelo de cinemática de la muñeca ha sido adoptado, inicialmente publicado por Capener (65), es el conocido como *movimiento del lanzador de dardos* "dart thrower's motion" llamado por sus siglas en inglés como DTM (65-70) , y que llevaría la mano desde 20° de extensión con 15° de desviación radial a 20° de flexión con 15° de desviación cubital (68).

Durante este movimiento DTM la primera hilera de huesos del carpo tiene un escaso movimiento con respecto a la carilla articular del radio (69,70), ya adelantado por Ruby en 1988 (71), lo que presenta múltiples implicaciones en el tratamiento de las lesiones de la muñeca.

El rango de movimiento de la muñeca para comer, beber usar el teléfono o leer estaría entre los de 5° de flexión y 35° de extensión, así con una flexión de 10° y una extensión de 35° lograríamos realizar la mayor parte de las actividades (72), a un resultado similar llega Palmer, añadiendo 10° de desviación radial y 15° de desviación cubital (64).

Conviene señalar finalmente que la de transmisión de fuerza, con la muñeca en posición neutra, con una carga de 10 kg se dirigiría por la fosa escafoidea del radio en un 50%, a través de la fosa de semilunar se transmitiría un 35% y el restante 15% correspondería al fibrocartílago triangular (73,74).

RADIOLOGÍA

5.- RADIOLOGÍA

Radiografía simple:

La muñeca posee una intrincada anatomía y biomecánica que se traduce en una amplia variedad de proyecciones radiológicas para su evaluación.

Podemos analizar la muñeca ósea en las vistas radiográficas desde el escafoides hasta el espacio piso piramidal, pero en lo que a este estudio corresponde nos centraremos en la radiología estándar de dos proyecciones que son:

La vista denominada anteroposterior (AP) que en realidad corresponde a una visión posteroanterior que de forma rutinaria debería obtenerse con el brazo abducido a 90° del tronco, el antebrazo en flexión de 90° con respecto al brazo y la muñeca en pronación sobre el chasis radiográfico (75-78); se puede tomar una vista realmente antero posterior con el brazo y codo contra el cuerpo en posición neutra de pronosupinación, el tercer metacarpiano en el eje del radio y el rayo horizontal (76).

La vista Lateral se realizará con prono supinación indiferente, el eje del radio debe coincidir con el eje del tercer metacarpiano (75,76), además el pisiforme se proyecta sobre polo distal del escafoides (75,77).

Se pueden incluir para el diagnóstico una proyección oblicua (75) o incluso hasta cuatro proyecciones, con vistas a identificar lesiones asociadas (76,79).

En nuestro estudio creemos que con una vista AP y Lateral es suficiente para diagnosticar las fracturas de muñeca y la posible implicación de la superficie articular del radio lo que nos llevaría a solicitar una TAC. que afinará aún más el diagnóstico y las posibles lesiones asociadas (80-82).

Los análisis de las radiografías AP y Lateral nos darán una serie de mediciones que a continuación detallaremos:

Ángulo de inclinación radial: formado por la intersección de la perpendicular al eje del radio y la recta trazada entre los puntos más distales de los bordes laterales y mediales de la epífisis radial, siendo su valor normal de 22° , (1,75,76,83,84), Castaign lo evalúa en 25° (85).

Para Fernández y Jupiter este ángulo se denominaría ángulo de inclinación cubital con un valor de entre 22° a 23° (Figura 1. Radiología) (54).



Figura 1. Radiología. *Ángulo de inclinación radial.*

Ángulo de inclinación volar o palmar de la glena radial: formado por una línea perpendicular al eje longitudinal del radio y la línea trazada entre los márgenes dorsal y volar del radio.

El valor normal medio es de 11° (43,44,51), aunque para Loredó puede variar hasta los 4° de inclinación dorsal, y en las mediciones de De La Torre se evalúa en 12° (84), por su parte Castaign lo fija en 10° (85). (Figura 2. Radiología).

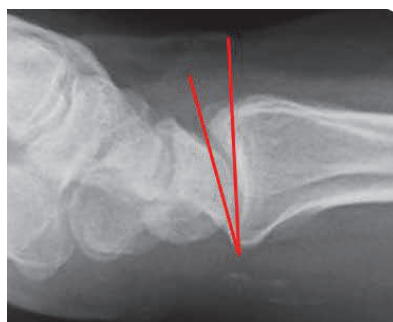


Figura 2. Radiología. *Inclinación Volar o palmar de la glena radial.*

Índice radio cubital distal o varianza cubital: se determina entre dos rectas trazadas tangencialmente al punto más distal de la cabeza del cúbito y a la línea de densidad radiológica correspondiente al borde palmar de la glena radial.

Esta varianza cubital se puede definir como neutra , positiva (*plus*) o negativa (*minus*) sobre la base de si en una radiografía AP la superficie articular distal del cúbito está alineada con la superficie articular distal del radio, en cuyo caso sería neutra o se encuentra distal (*cubito plus*) o proximal (*cubito minus*) (86).

Su valor normal sería para algunos autores de -5 mm en una rx frontal estricta (1,76) o 0 mm (84). Sea como fuere, dada la variabilidad individual debe realizarse, para su medición, una radiografía del lado contralateral (Figura 3. Radiología) (1).



Figura 3. Radiología. *Índice radio cubital distal o varianza cubital.*

Altura radial: se trata de la distancia entre dos líneas paralelas trazada entre la tangente a la estiloides radial y perpendicular al eje del radio y la línea tangente a la superficie articular distal de la cabeza cubital y perpendicular al eje del cúbito, su valor es de unos 12 mm (54,84,87), rango entre 11 y 22 mm (Figura 4. Radiología) (75).



Figura 4. Radiología. *Altura radial.*

Amplitud radial: se trata de la medida en milímetros desde la punta más lateral de la estiloides radial hasta el eje longitudinal a través del centro del radio en la radiografía AP (54,88) (Figura 5. Radiología), su valor debe ser igual que la muñeca contralateral +/- 1 mm (86,89).



Figura 5. Radiología. *Amplitud radial.*

Líneas de Gilula: en la radiografía AP las líneas de las superficies mediocarpianas y radiocarpianas de los huesos del carpo deben ser paralelas, y las superficies de una amplitud semejante (54,90,91).

Estas curvas alteradas pueden indicar una lesión ligamentosa concomitante y ampliar el diagnóstico. (Figura 6. Radiología).



Figura 6. Radiología. *Líneas de Gilula.*

.- Otras Mediciones

En la vista lateral la convexidad de la cabeza del hueso grande debe encontrarse dentro de la concavidad de la carilla distal del semilunar, y la convexidad proximal de este debe estar en relación con la concavidad de la carilla articular del radio distal (91,92) (Figura 7. Radiología), sería esta una correcta alineación carpal, con diferentes métodos de medición (93), e importante para el resultado final (94,95).

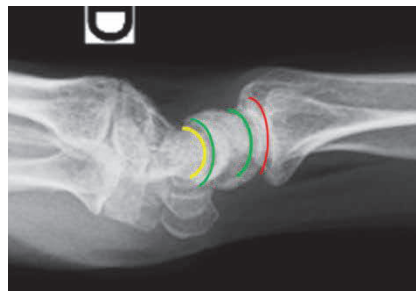


Figura 7. Radiología. *Alineación carpal.*

Podemos, además, tomar una radiografía lateral con una inclinación lateral del haz de 10° si queremos tener una visión más precisa del borde volar de la fosa del semilunar (96,97). Aunque no mejora significativamente la visión lateral estándar, con esta proyección podemos ver con mayor claridad el reborde volar de la fosa semilunar lo que nos ayudaría en la medición del ángulo de la lágrima semilunar, formado por la línea que

recorre el eje del radio con la intersección de la que pasaría por el eje central de la lágrima. Este ángulo mide aproximadamente 70° (Figura 8. Radiología) (96–98).

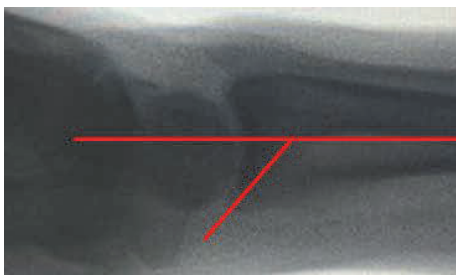


Figura 8. Radiología. *Lágrima semilunar*.

Tomografía Axial Computerizada (TAC):

La TAC ha probado su utilidad en la valoración de las lesiones articulares y es un instrumento de gran ayuda para la comprensión de las fracturas (99) y su planificación quirúrgica, incluso la información que proporciona la radiología estándar y la TAC llegan a ser tan diferentes que los cirujanos frecuentemente seleccionan distintos tipos de tratamiento para la misma fractura (100).

Pueden detectarse fracturas ocultas (101,102) y una anatomía exacta de la misma sin ser determinante la posición de la mano o la muñeca (82), los escalones articulares en la fosa sigmoidea del radio (103) o la extensión a la articulación radio cubital distal (104), dando un estudio más detallado de la morfología de la fractura (103,105). Para algunos autores, la TAC es indispensable en lesiones de alta energía (106).

Cole et al. desarrollan una técnica para una medición más precisa de los desplazamientos articulares o escalones y concluyen que las mediciones de la TAC son más fiables para cuantificar las incongruencias de la superficie articular del radio distal en lo que se refiere a la reproductibilidad inter e intra observador que la radiología simple (107).

En cuanto a la fiabilidad inter e intra observador con las distintas clasificaciones se informa que con la TAC solo mejora esta última, a

excepción de la clasificación de Frykman (108), aunque el debate sigue abierto (109).

HISTORIA

6.-HISTORIA

"*This fracture take place at about an inch and a half above the carpal extremity of the radius...*". Con estas palabras describe en 1814, el doctor Abraham Colles la fractura distal de radio (110).

Miembro del Real Colegio de Cirujanos de Irlanda, también describió una fascia en el periné que lleva su nombre y se interesó por las enfermedades venéreas, describiendo un fenómeno conocido como la "Ley de Colles" en el tratamiento con mercuriales de estas enfermedades (111-113). (Figura 1. Historia).



Figura 1. Historia. Fuente:: https://en.wikipedia.org/wiki/Abraham_Colles

Históricamente desde Hipócrates de Cos (460-377AC) este tipo de lesiones fueron consideradas como luxaciones del carpo, aunque Petit mencionó la posibilidad de que se tratasen de fracturas en "*L'Art de Gerir les Maladies des Os*" (54,112,113).

Esté error fue definitivamente corregido por Claude Pouteau, Jefe de Cirugía del *L'Hotel de Dieu* en Lyon, en una memoria publicada póstumamente en 1783, reconociendo múltiples tipos de fracturas de radio distal, algunas de las cuales no crepitaban (112).

Según parece el Dr. Colles desconocía los trabajos previos de su colega. Su publicación, más tardía que la del cirujano francés, era más

minuciosa, aunque colocaba la fractura más proximal que donde realmente se suele producir.

Jean-Gaspar_Blaise Goyrand, Jefe de Cirugía de *L'Hotel de Dieu* de Marsella, donde desarrolló su carrera profesional, observa que la mayoría de las lesiones de muñeca se desplazan a dorsal, pero que también pueden darse casos con desplazamiento volar. Lo publica en la "*Gazette de Medicine*" de 1832 (112,114) .

Por su parte el cirujano irlandés Robert Willian Smith, elegido por A. Colles para realizar su autopsia (112,115), publicaría en 1847 como la "*Irish Fracture*" la resultante de la caída sobre el dorso de la mano (116) y el desplazamiento volar del radio.

Las fracturas de muñeca también fueron estudiadas en el continente americano por Jhon Rhea Barton, que trabajó en el Pensylvania Hospital de Philadelphia (115), en "*Views and Treatment of an Important Injury of the Wrist*" publicado en 1838 (112,113,115) describe las fracturas a través de la superficie articular del radio, las que tratamos específicamente en esta tesis, con una luxación consecuente del carpo, considerando las posibilidades de desviación dorsal o volar.

Varios autores realizan diferentes contribuciones al conocimiento de estas fracturas, entre ellos Guillaume Dupuytren (1777-1835) que estudia en cadáveres la lesión y su evolución (112,114) y describe la tendencia de la mano a desviarse radialmente (54), Auguste Nelaton (1807-1873) informando de distintos tipos de conminución y con cadáveres frescos observa los desplazamientos de la fractura, o Alfred Armand Velpeau (1795-1866) que describió la deformidad en "*talon de fourchette*" (112).

El descubrimiento por W. Röntgen el 8 de noviembre de 1895 de los rayos X contribuyó a un estudio más detallado de todo tipo de patologías, así Carl Beck ("*Colles' fracture and the Roentgen-rays.*" *Med. News* 72:230. 1898) describe los hallazgos radiográficos de 44 pacientes con fracturas de muñeca (112).

El uso de radiografías y TAC ha hecho que el diagnóstico cada vez sea más preciso, los avances anestésicos, la antibioterapia, los progresos en

metalurgia y la transmisión de conocimientos contribuyen a que este tipo de fractura tenga un acercamiento quirúrgico.

Antiguamente las fracturas eran tratadas, ya en el Antiguo Egipto, 2000 años AC, mediante tiras de lino endurecidas con cartonaje y tablillas de madera, cañas o bambú. Hipócrates de Cos empleaba lana o lino endurecido con cera o resinas (117) y poco cambió el método de contención de las fracturas durante siglos en occidente.

Las fracturas de muñeca se tratarán durante el siglo XIX con diversos métodos y técnicas de inmovilización, los cirujanos, desde el propio Colles, Dupuytren, Goyrand, Malgaigne, Nelaton (54,117), describen técnicas de reducción e inmovilización, con diversos tipos de vendajes, tablillas y férulas, no exentos de riesgo, pues en ocasiones el edema, el déficit vascular y las úlceras por presión complicaban no solo la consolidación de la fractura, sino incluso la misma vida del paciente (54).

Varios cirujanos militares, a mediados del siglo XIX en Europa comenzaron a usar y popularizar el yeso para la inmovilización de las fracturas, aunque ya en el siglo X es utilizado por autores árabes y en el XVII, los cirujanos turcos también lo usan, añadiéndole corcho o madera, y aplicándolo directamente sobre la extremidad lesionada.

El cirujano del ejército holandés A. Mathijsen (1805-1878) (Figura 2. Historia) y el ruso N. Pirogov (1810-1881) fueron los primeros en usar yeso de París en rollos de venda, el primero de ellos describió su uso en un artículo escrito en 1852 (117), aunque su aceptación no fue inmediata y se mantuvo el uso de diversos tipos de férulas para las fracturas de muñeca hasta entrado el siglo XX.



Figura 2. Historia. Fuente: https://hmong.es/wiki/Antonius_Mathijsen

Por otro lado con la patente por Stryker (Stryker Kalamazoo,MI) de su sierra para yesos se logra retirar estos con comodidad y, pese al terror de muchos pacientes al uso de "la sierra", con casi completa seguridad.

En la actualidad seguimos usando las vendas de yeso, aunque han aparecido nuevos métodos de inmovilización mediante fibra de vidrio, más ligeros y resistentes al agua, pero más caros y lentos en el fraguado.

Como hemos comentado previamente, el descubrimiento de la radiografía definió los patrones de fractura y los resultados del tratamiento, estandarizando las discusiones en la literatura y los diversos abordajes (54), abriendo el campo a las clasificaciones, como discutiremos en el siguiente capítulo.

Como ya hemos visto también, el tratamiento de las fracturas de radio se realizaba mediante reducción e inmovilización, y en las fracturas estables ese sigue siendo el tratamiento de elección, pero para las fracturas inestables no se encontraba una solución.

En 1908 A. Lambotte describió el uso de un alambre percutáneo a través de la estiloides radial para mantener la reducción de la fractura, pero tuvieron que transcurrir más de 40 años para que la primera serie de FRD tratadas con agujas de Kirschner fuera publicada (23).

En 1929 Lorenz Böhler introduce la técnica de pin y yeso, anticipando el fijador externo (117), previamente en 1924 Ombrédanne en

París es el primero en utilizar un fijador externo en una fractura de radio (118), en 1944 Anderson diseña su fijador externo (114) y con O'Neil presentan la fijación externa y ligamentotaxis (117).

Ellis, a finales de la década de los 50 comienza a utilizar una placa en T para las fracturas volares de Barton (66), esta técnica fue ampliamente aceptada para este tipo de lesión, no así para el tratamiento de otras fracturas inestables, que tuvo distintos enfoques, desde la fijación con placas y tornillos, dorsales o volares, la fijación percutánea con agujas y yeso, la fijación externa ponteando o no la fractura, combinada o no con fijación interna, pines y yeso o la fijación intramedular (117), todas las posibilidades estaban abiertas al estudio.

Durante la década de los 70 el grupo AO diseña diversos tipos de placas específicas para tratar estas fracturas, pero las conminutas no tienen una fácil solución y muchos cirujanos optan por la fijación externa con o sin agujas de Kirschner para mantener la reducción (120,121).

En 1997 tras un estudio multicéntrico se populariza el uso de placas dorsales de bajo perfil (117,122) consiguiendo una buena reducción y contención de la fractura, pero las complicaciones en relación a la irritación y ruptura de los tendones extensores hizo que este tipo de síntesis fuera perdiendo interés (4,122).

En 1995 una nueva placa, de ángulo fijo, provista de dientes en lugar de tornillos y aplicada por vía volar demostró ser útil (123) y fue predecesora de las actuales placas volares (117).

En el año 2000 J. Orbay presenta su placa volar con clavijas bloqueadas en la placa y soporte subcondral (4) y su vía ampliada para corrección y reducción, por vía volar, de las fracturas desplazadas a dorsal (Figura 3. Historia) (4,31,124).



Figura 3. Historia. (Dr. Orbay y el autor de la tesis).

Múltiples placas de ángulo fijo con tornillos bloqueados han aparecido desde entonces, como Variable Angle LCP Volar Distal Radius Plate (DepuySynthes), Variax (Stryker), Acu-Loc (Acumed), Geminus (Skeletal Dynamics).

La osteosíntesis con placa y tornillos por vía volar es actualmente la preferida por los cirujanos en España para el tratamiento de las fracturas inestables de muñeca (125).

La irrupción de la artroscopia de muñeca ha añadido un nuevo campo en el tratamiento de las fracturas conminuta de radio distal (1,126-129), aunque no ha demostrado una mejora en los resultados (130,131).

Actualmente varias publicaciones informan de resultados esperanzadores con el empleo de modelos I-3D en el manejo de las fracturas y específicamente en las de muñeca (19-21,132).

CLASIFICACIONES

7.-CLASIFICACIONES

Idealmente, una clasificación debe ser fiable y reproducible, incluir todas las posibles lesiones, mutuamente excluyente, lógica y clínicamente útil (133).

Esto en nuestros sistemas de clasificaciones está todavía muy lejos de lograrse (108,134-136) ya que las concordancias inter e intra observador son insuficientes.

Tras las primeras publicaciones sobre las fracturas de muñeca, y aun hoy en día, debido a la riqueza y precisión de las descripciones originales seguimos denominándolas por el nombre de los autores que las identificaron. Así la desviada a dorsal la conocemos por su epónimo "fractura de Colles", o "Colles-Puteau" para los puristas, la desviada a palmar sería la "fractura de Smith" o "Goyrand-Smith", la "fractura de Barton" (112,115,137) dorsal o palmar en consonancia a la desviación del fragmento articular, o la "fractura de Hutchinson" (137) o "de los chóferes" (112,138) todas ellas de radio distal.

Esto facilita en muchas ocasiones la comunicación entre cirujanos, pero en otras, estos epónimos no consiguen describir completamente la lesión, fundamentalmente cuando existen trazos intraarticulares. Es por ello que aparecieron las clasificaciones, las cuales deben proporcionar un lenguaje para la comunicación, la toma de decisiones, valorar el pronóstico y evaluar y comparar resultados (133).

Destot estudia los diferentes movimientos de los fragmentos óseos en las fracturas de radio distal (139), y en 1923 las clasifica en dos grupos básicos en dependencia de su desplazamiento anterior o posterior (54) desde entonces múltiples clasificaciones se han propuesto, de entre todas ellas las que más reconocimiento han logrado (140) han sido las siguientes:

Clasificación de Frykman (141) su criterio es la afectación de la articulación radio carpiana y radio cubital, añadiendo como factor agravante la lesión de la estiloides cubital clasificándolas en 8 grupos. (Figura1. Clasificaciones).

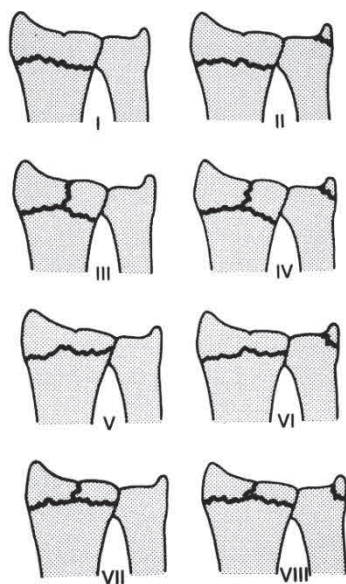


Figura1. Clasificaciones. *Clasificación de Frykman. Fuente: Fernandez D. "Distal radius fracture: The rationale of a classification". Chirurgie de la Main. 2001 vol 20. Issue 6. P:411-25"*

Clasificación de Melone (142) que estudia las lesiones conminutas radio carpianas observando que estas fracturas se clasificaban en cuatro partes básicas. (Figura 2. Clasificaciones).

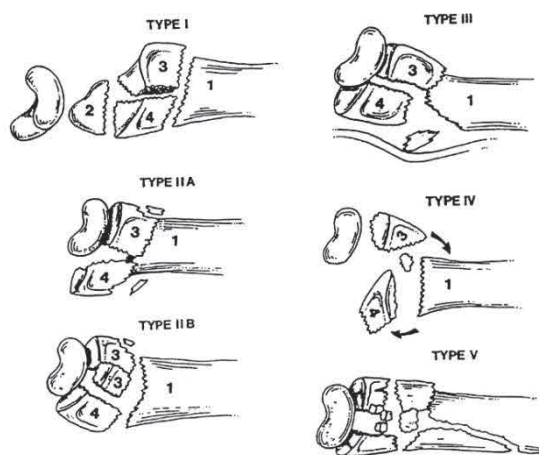


Figura 2. Clasificaciones. *Clasificación de Melone*. Fuente: Fernandez D. "Distal radius fracture: The rationale of a classification". *Chirurgie de la Main*. 2001 vol 20. Issue 6. P:411-25.

Clasificación de Cooney (Universal) esta clasificación propone, además, una actitud terapéutica en cada grupo. Presentada en el Symposium: "*Management of intra articular fractures of the distal radius*" (54), va desde el grupo I extraarticular sin desplazar, al IV intraraticular desplazada y compleja (Figura 3. Clasificaciones).

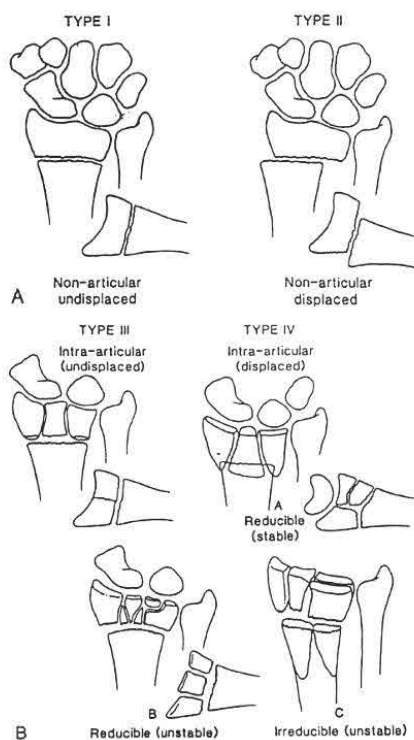


Figura 3. Clasificaciones. *Clasificación Universal*. Fuente: Fernandez D. "*Distal radius fracture: The rationale of a classification*". Chirurgie de la Main. 2001 vol 20. Issue 6. P:411-25.

Clasificación de Fernández (54) diferencia cinco tipos, desde el tipo I, extraarticular, hasta el tipo V con diferentes mecanismos de torsión, compresión, avulsión, siendo fracturas complejas y de alta energía (Figura 4. Clasificaciones).

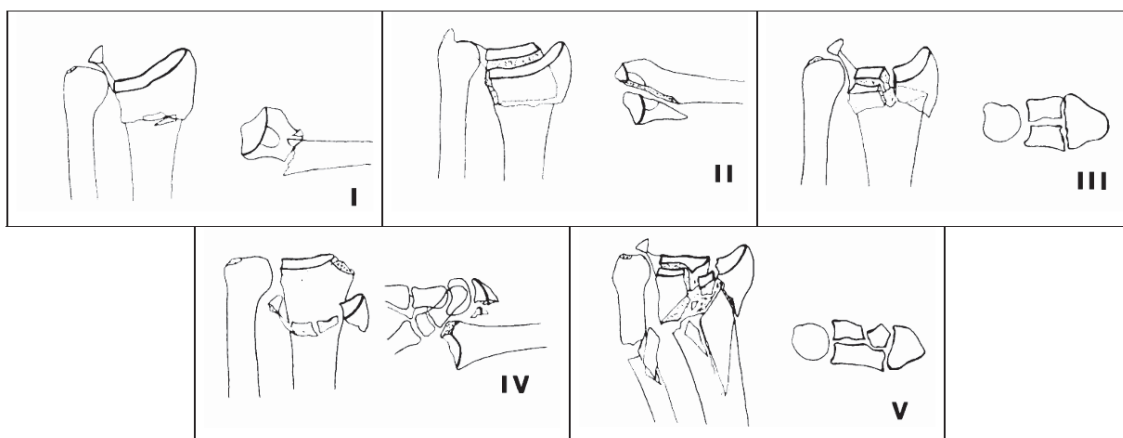


Figura 4. Clasificaciones. *Clasificación de Fernández*. Fuente: "Estudio comparativo de la efectividad del tratamiento entre Fijador externo y Osteosíntesis en las fracturas completas del radio distal (tipo 23-C)". Tesis doctoral Eduard Norberto Bayona. Universitat Autònoma De Barcelona. 2001.

The Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of Internal Fixation (AO/ASIF) (Asociación Suiza para el Estudio de la Fijación Interna) en 1986 la AO/ASIF aceptó un nuevo sistema de clasificación (54,83,138), cuyo principio fundamental es la división de todas las fracturas de cualquier segmento óseo en tres tipos y la división en tres grupos y subgrupos, así como la disposición en orden ascendente de gravedad de acuerdo a la complejidad morfológica de la fractura, las dificultades inherentes a su tratamiento y su pronóstico (143). Esta clasificación ha sufrido varias modificaciones, la última de ellas en 2018 (144) .

Evalúa la severidad de la lesión ósea y sirve de base al tratamiento y para valorar los resultados.

Es un sistema alfanumérico de clasificación que se corresponde con dos primeros números que señalarán la localización de la fractura (hueso y segmento), seguido de una letra, que indica el tipo de fractura y dos números más que definen las características morfológicas de la fractura.

Veamos cómo utilizar este sistema:

A cada hueso y segmento óseo se le asigna un número:

- 1.- Húmero.
- 2.- Cúbito y radio (considerados un solo hueso).

Expresando junto al número de qué hueso se trata con R (Radius) o U (Ulna) (144).

- 3.- Fémur.
- 4.- Tibia y peroné (considerados un solo hueso).

Cada hueso y segmento óseo se divide en tres segmentos (Figura 5. Clasificaciones):

- 1.- Segmento proximal.
- 2.- Segmento medio.
- 3.- Segmento distal.

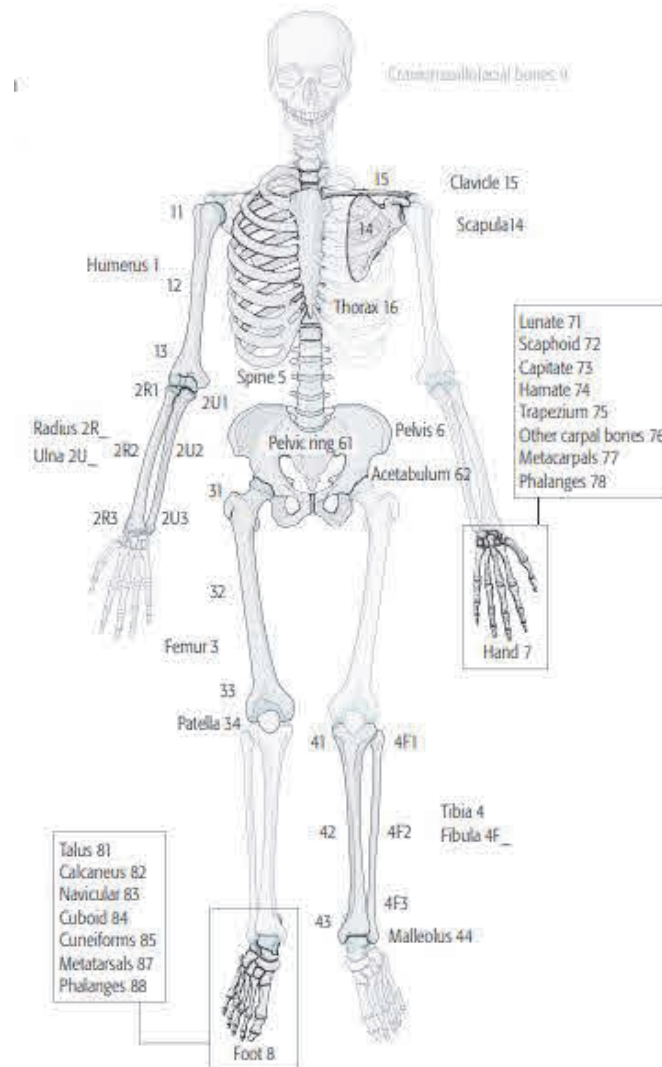


Figura 5. Clasificaciones. *Clasificación AO*. Fuente: " *Journal of Orthopaedic Trauma*" Volume 32, Number 1 Supplement, January 2018.

En el segmento medio las fracturas se definen como:

- A.- Fractura simple.
- B.- Fractura en cuña.

C.- Fractura compleja.

En los segmentos proximales y distales se define como: (Figura 6. Clasificaciones)

A.- Fractura extraarticular. La línea de fractura puede ser metafisaria o epifisaria, pero siempre respeta la superficie articular aunque puede ser intracapsular.

B.- Fractura articular parcial. La fractura involucra parte de la superficie articular, mientras que el resto de la articulación permanece intacta y está sólidamente conectada a la metáfisis y la diáfisis.

C.- Fractura articular completa. Hay una ruptura de la superficie articular y la superficie articular está completamente separada de la diáfisis.

Asigna una letra, A, B o C en la clasificación, de gravedad creciente.

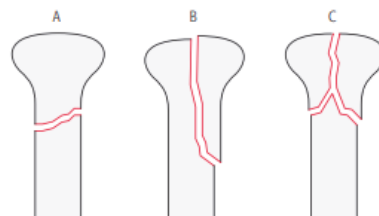


Figura 6. Clasificaciones. *Clasificación. Fuente: " Journal of Orthopaedic Trauma"*
Volume 32, Number 1 Supplement, January 2018.

Los segmentos proximales y distales estarían definidos por un cuadrado cuyos lados tiene la misma longitud que la parte más ancha que la epífisis/metáfisis en cuestión (sistema del cuadrados de Heim) (144). (Figura 7. Clasificaciones).

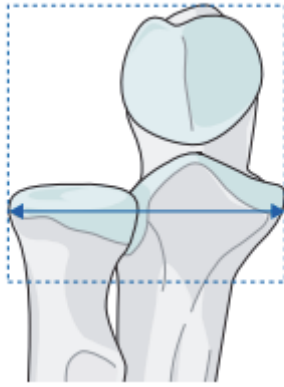


Figura 7. Clasificaciones. *Clasificación. Fuente: " Journal of Orthopaedic Trauma" Volume 32, Number 1 Supplement, January 2018.*

Cada tipo de fractura, A, B, C se divide en tres grupos 1, 2, 3 de gravedad creciente, cada uno de estos grupos se puede dividir en tres subgrupos .1, .2, .3, que corresponderían a los dos últimos dígitos que de clasificación de la fractura. (Figura 8. Clasificaciones).

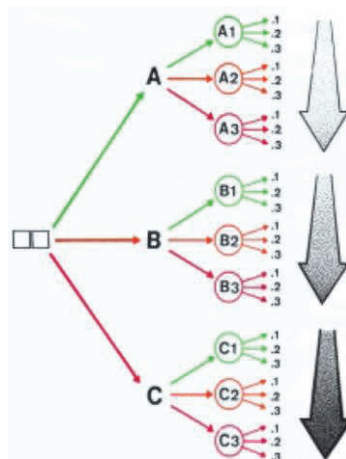


Figura 8. Clasificaciones. *Fuente: "Estudio comparativo de la efectividad del tratamiento entre Fijador externo y Osteosíntesis en las fracturas completas del radio distal (tipo 23-C). Eduard Norberto Bayona. Tesis doctora 2001. Universitat Autònoma de Barcelona ".*

En las fracturas de radio distal tipo C, tomadas como ejemplo, su división en grupos y subgrupos daría lugar a 9 tipos distintos de fractura. (figura 9).

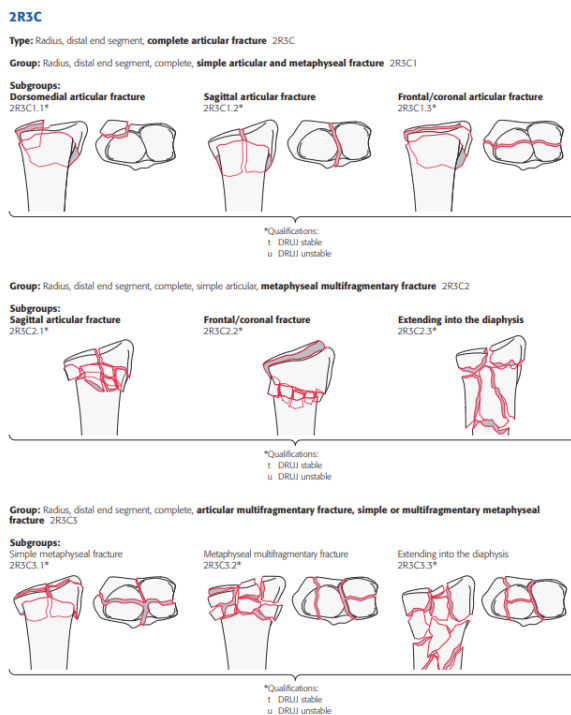


Figura 9. Clasificaciones .Clasificación. Fuente: "Journal of Orthopaedic Trauma" Volume 32, Number 1 Supplement, January 2018.

Así tenemos 27 posibilidades de clasificación, que si las unimos a las posibles lesiones cubitales nos darían 144 combinaciones.

En nuestra tesis nos centraremos en las fracturas articulares de radio y sin lesión de la epífisis cubital, excepto los arrancamientos de estiloides sin inestabilidad clínica diagnosticada.

Así las lesiones estudiadas estarían clasificadas como:

- | | | |
|---------|---------|---------|
| 2R3B1.1 | 2R3B2.1 | 2R3B3.1 |
| 2R3B1.2 | 2R3B2.2 | 2R3B3.2 |
| 2R3B1.3 | 2R3B2.3 | 2R3B3.3 |
| 2R3C1.1 | 2R3C2.1 | 2R3C3.1 |
| 2R3C1.2 | 2R3C2.2 | 2R3C3.2 |
| 2R3C1.3 | 2R3C2.3 | 2R3C3.3 |

El sistema de clasificación, además, posee la posibilidad de añadir modificadores y calificadores.

Modificadores universales

Los modificadores universales son términos descriptivos de la morfología de la fractura, desplazamiento, lesión asociada o ubicación que se pueden generalizar a la mayoría de las fracturas.

Proporcionan detalles que son opcionales para los usuarios.

Se pueden agregar modificadores universales al final del código de fractura entre corchetes, múltiples modificadores universales pueden estar contenidos dentro del mismo conjunto de corchetes y separados por una coma.

Calificadores

Los calificadores de fractura son términos descriptivos de la morfología de la fractura o ubicación que sea específica para cada fractura.

Todos los calificadores de la clasificación de fracturas son letras minúsculas para diferenciarlos del tipo de fractura, que siempre es una letra mayúscula.

Todos los calificadores de fractura se insertan en lugar del asterisco en el código de fractura como letra minúscula dentro de un paréntesis.

En su caso en las secciones de clasificación, la calificación que corresponde a la imagen está en negrita.

En el caso de nuestra tesis, como ya hemos comentado, las fracturas de radio distal no deben conllevar inestabilidad radio cubital distal, así se añadiría a la clasificación el calificador t (stable) en contraposición al calificador u (unstable).

Esta será la clasificación utilizada en nuestro estudio.

.- Clasificaciones por TAC:

Dado que incluimos de manera sistemática la realización de un TAC en este tipo de fracturas añadiremos los tipos de fractura intraarticular descritos por Rozental (104) y modificados por Nanno (145) en cuatro tipos de gravedad creciente:

Tipo:

1a: Fractura conminuta no desplazada y sin afectación de la RCD.

1b: Fractura conminuta desplazada sin afectación de la RCD.

2: Con afectación de RCD sin desplazamiento.

3a: Afectación de RCD con desplazamiento de la fosa sigmoidea volar.

3b: Afectación de la RCD con de la fosa sigmoidea y del fragmento dorsal.

3c: Afectación de la fosa sigmoidea dorsal.

4: Afectación de la fosa sigmoidea en tres fragmentos o más (Figura 11. Clasificaciones).

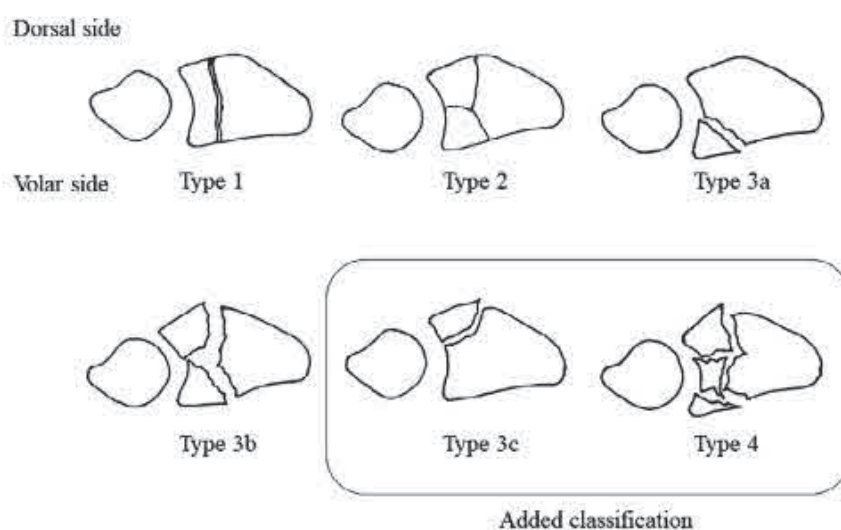


Figura 11. Clasificaciones. Fuente: Nanno M, Kodera N, Tomori Y, Takai S. "Volar locking plate fixation for intra-articular distal radius fractures with volar lunate facet fragments distal to the watershed line". J Nippon Med Sch. 2020;87(1):24-31.

TRATAMIENTO, COMPLICACIONES y MEDICIÓN DE RESULTADOS

8.-TRATAMIENTO, COMPLICACIONES y MEDICIÓN DE RESULTADOS

.- Introducción:

Las FRD son las más comunes en el adulto (146–149).

El objetivo del tratamiento debería conseguir una muñeca estable, no dolorosa, con una movilidad lo más cercana a la normalidad, así como conservando su fuerza y que el resultado sea duradero en el tiempo.

.- Tratamiento Ortopédico :

La reducción cerrada e inmovilización sigue siendo la base del tratamiento cuando se trata de fracturas estables, las cuales se identifican con los criterios de inestabilidad descritos por LaFontaine (22):

- Angulación dorsal de 20° o más.
- Conminución dorsal.
- Fractura intraarticular.
- Fractura de cúbito asociada.
- Edad superior a 60 años.

Lafontaine vio que cuando se asociaban 3 o más de estos factores, en una serie de 112 fracturas, estas eran inestables después de la reducción y la inmovilización con yeso (22).

Se incluye también, por algunos autores, como factor de inestabilidad, un acortamiento radial superior a 5 mm (150).

Fernández define las fracturas estables como aquellas que tienen un desplazamiento mínimo, una conminución mínima o de ninguna magnitud, lesión de baja energía e impactación en el lugar de la fractura. Las inestables serían las ampliamente desplazadas, con conminución metafisaria, lesión de alta energía y reducción post-fractura de defecto (83).

Por otra parte no existen diferencias en entre los distintos métodos de reducción (151), inmovilización y revisiones periódicas en las fracturas de muñeca estables (130,152).

Nosotros realizamos una reducción, previa anestesia intrafocal, mediante tracción, contracción y manipulación, y aplicamos un vendaje enyesado antebraquial, dejando libres las articulaciones metacarpofalángicas.

Tras una radiografía de control, y si consideramos que la fractura es estable, mediante los criterios de Lafontaine, abrimos longitudinalmente el yeso para evitar posibles compromisos compartimentales y/o vasculares y revisamos al paciente en la primera semana realizando un control radiológico y cerrando el yeso. Animamos al paciente a que mueva activamente las articulaciones libres.

La segunda semana realizamos una nueva revisión con radiología, y a la quinta semana, y tras el estudio radiológico, procedemos a la retirada de la inmovilización y a una pauta de rehabilitación.

.- Tratamiento Quirúrgico:

Si las fracturas son inestables, o si tras la reducción de las intraarticulares el escalón residual es superior a 2 mm, lo que conllevaría posibles cambios artrósicos precoces (153,154) (señalar que un trabajo de revisión cuestiona la medición para cuantificar esos 2 mm (98)), o si existe una pérdida de reducción durante los controles radiográficos, y si consideramos al paciente candidato a cirugía, en nuestro servicio procedemos a osteosíntesis con placa volar y tornillos bloqueados, siendo esta una de las intervenciones con mayores avances técnicos (155) y una de las más frecuentemente realizadas en este tipo de fracturas (31,129,147,156,157), incluso para algunos autores es el tratamiento estándar (145) y el más utilizado en España.

Otras posibilidades, como ya vimos, incluirían:

Reducción y síntesis con agujas percutáneas de Kirschner: las placas han demostrado mejores resultados en las fracturas de radio distal (154,158), aunque no hay datos suficientes que puedan ayudar al cirujano a tomar una decisión (158).

Fijación externa: presenta la desventaja de que en ocasiones no se logra por ligamentotaxis la reducción de los fragmentos (159) y el rechazo por parte de los pacientes a llevar un aparato externo en la muñeca (160). La placa volar de ángulo fijo por su parte permite un movimiento posquirúrgico temprano de la muñeca y en el resultado final la inclinación volar y la longitud radial fueron mejores en los pacientes tratados con placa según Wright et al (123,161), pese a que con el tiempo los resultados se igualan (162-166) no es despreciable una mejoría más temprana (130,158,163,167,168).

Placas dorsales: su uso ha resultado desalentador (4) con tenosinovitis y rupturas tendinosas por la estrecha relación entre los extensores y el material de síntesis (4,122,169,170).

Placas puente: en las fracturas con conminación severa tiene estudios iniciales esperanzadores, pero todavía insuficientes y la necesidad de retirada de material inherente a la técnica sería una característica negativa de la misma (171,172).

Aunque el tratamiento quirúrgico con placas volares bloqueadas de las FRD en ancianos es controvertido (167,173-177), este tipo de intervención proporciona mejores resultados que el tratamiento ortopédico (178,179).

.- Placa Volar Bloqueada:

Una vez establecida la necesidad de tratamiento quirúrgico y la utilización de una placa volar bloqueada, realizamos la intervención bajo anestesia general o regional, el paciente en posición supina, con la extremidad sobre una mesa de mano, exanguinación con vendaje de Esmarch y un manguito neumático a 250 mmHg, con fluoroscopio para la visión intraoperatoria de la fractura y profilaxis antibiótica.

La incisión estándar es de unos 12 cm (Figura 1. Tratamiento).



Figura 1. Tratamiento. *Incisión*

Se realiza sobre el tendón FCR, que se separa hacia cubital, protegiendo el nervio mediano, e incidimos longitudinalmente el lecho de la vaina del tendón (Figura 2. Tratamiento), continuando en profundidad encontramos el FPL, que también llevamos hacia cubital ya que recibe su inervación del nervio mediano y podría sufrir si lo desplazamos a radial, llegando al espacio de Parona, divisando el PQ, este músculo yace directamente sobre el radio y lo desinsertaremos con bisturí desde distal a proximal y desde su borde radial, para continuar con periostotomo rechazando, también hacia cubital.



Figura 2. Tratamiento. *FCR*

Mediante tracción y la muñeca descansando sobre un rollo de venda y maniobras adecuadas a cada tipo de fractura se logra la reducción, que se comprueba con el intensificador de imágenes (Figura 3. Tratamiento).



Figura 3. Tratamiento. *Escopia*.

Si es necesario se fija temporalmente con agujas de Kirschner (Figura 4. Tratamiento).



Figura 4. Tratamiento. *Posicionamiento de placa*.

Se procede a posicionar la placa elegida, colocando el primer tornillo, de tracción, en el agujero oval, que nos permite en caso necesario variar la altura de la placa, la posición debe quedar inmediatamente por debajo de la "watershed line" del radio.

Una vez comprobada por fluoroscopia la posición del implante y la adecuada reducción de la fractura, prestando especial atención a la zona más cubital del radio, el reborde volar "volar rim", procederemos a la inserción de los tornillos distales, comprimiendo mientras perforamos con la broca la zona dorsal del radio contra la placa para cerrar las posibles diastasis intraarticulares, y sin terminar de atornillarlos completamente.

Una vez hecho lo anterior realizamos una comprobación en escopia en AP, lateral a 10º y distintos grados de pronación y supinación, así como la proyección "skyline" para asegurarnos de la no penetración intraarticular de los tornillos, ni en radio carpiana ni en radio cubital, así como que la longitud de los mismos sea la adecuada y no sobresalgan a dorsal o queden excesivamente cortos y no hagan presa en los fragmentos más dorsales.

Si alguno de los tornillos ya insertados es retirado y no puede ser emplazado en otro lugar, debe ser desechado ya que no es posible reesterilizarlo e implantarlo en otro paciente.

Se colocan los tornillos proximales, de tracción o bloqueados, en dependencia de la calidad del hueso y se termina de atornillar con el mango dinamométrico todos los tornillos (Figura 5. Tratamiento).

Se realiza la reinserción del PQ, cuando esto es posible, y si se tiene dudas de posible lesión vascular se libera isquemia.

Si es preciso se deja un drenaje de redón.

Procedemos al cierre tejido celular subcutáneo y piel con grapas (Figura 6. Tratamiento) más un vendaje compresivo, que limita, aunque no impide completamente, los movimientos de la muñeca.

Si el cirujano tiene dudas sobre la estabilidad de la osteosíntesis se puede dejar una férula de yeso durante el tiempo que estime necesario.



Figura 5. Tratamiento. *Placa fijada.*

Desde el primer día se anima al paciente e realizar movimientos de hombro, codo, muñeca y dedos.



Figura 6. Tratamiento. *Cierre final.*

Puntos esenciales:

Siguiendo la teoría de las columnas de Rikli y Regazzoni (22), podemos dividir el radio y el cubito distal en 3 columnas.

Columna medial, la columna intermedia y la columna lateral (39,180,181) (Figura 7. Tratamiento).

Columna medial o cubital: correspondería al cúbito y el complejo del CFCT y juega un papel esencial en la estabilidad de la ARCD, tanto la estructura ósea como la ligamentosa que ya vimos, los desplazamientos tras la fractura del radio ejercen tensiones en esos ligamentos lo que favorece las lesiones concomitantes de la columna cubital con las fracturas de radio distal (182).

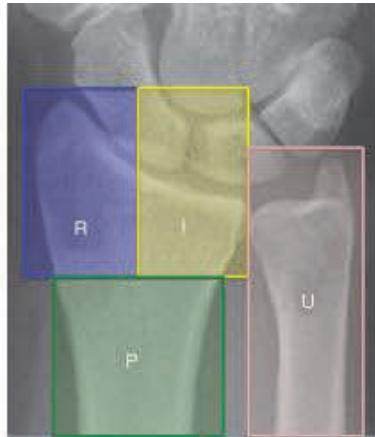


Figura 7. Tratamiento. *Columna cubital (u), Columna intermedia (I) Columna lateral (R) Pedestal (P)*. Fuente: Rhee PC, Medoff RJ, Shin AY. "Complex distal radius fractures: An anatomic algorithm for surgical management". J Am Acad Orthop Surg. 2017;25(2):77–88.

Columna intermedia: tiene como principal misión la transmisión de fuerzas desde el carpo al antebrazo (39,180,183). Estas fracturas pueden afectar al "volar rim", al ángulo dorso-cubital (El borde volar y los fragmentos dorsocubitales incluyen la mayor parte de la carilla semilunar y, a menudo, la escotadura sigmoidea, lo que implica dos superficies articulares esenciales independientes), al muro dorsal y a fragmentos intrarticulares libres (39).

Columna radial: constituida por la estiloides radial y la carilla articular escafoidea, sirve como contrafuerte para resistir la traslación radial del carpo y funciona como una plataforma de carga para actividades realizadas con la muñeca en desviación cubital y permite una distribución más uniforme de la carga a través de las facetas escafoideas y semilunar (39).

Los fragmentos son especificados por Medoff para cada columna (39,96) (Figura 8. Tratamiento), y corresponderían al tipo II, IV o V de la clasificación de Melone (146).

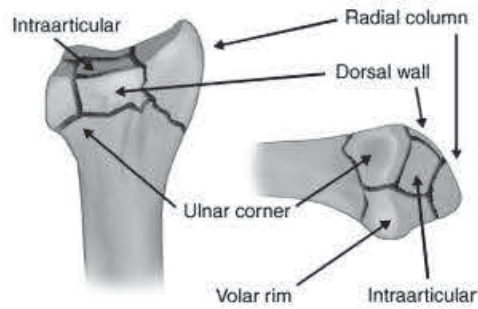


Figura 8. *Tratamiento*. Fuente: Medoff R." *Essential radiographic evaluation for distal radius fractures*". Hand Clin 21 (2005) 279–288.

El pedestal correspondería a la metáfisis distal del radio y soporta a las columnas intermedia y radial, no suele afectarse en las fracturas de radio distal (39).

Entre los puntos del posicionamiento de la placa hemos mencionado la colocación de la misma inmediatamente proximal "watershed line" para evitar posibles lesiones de los tendones flexores (28,157,164,184,185), este posicionamiento ha sido recogido en una clasificación por Soong (186–189), trazando una línea tangencial a la zona más volar de del borde volar y paralela a la cortical volar de la diáfisis radial, existiendo tres grados:

- .- Grado 0 en el cual la placa es dorsal a esa línea.
- .- Grado 1 las placa es volar a la línea, pero proximal al borde volar.
- .- Grado 2 las que se encuentra volar a la línea crítica o distal al borde volar (Figura 9. Tratamiento).



Figura 9. Tratamiento. *Clasificación de Soong*. Fuente: Bergsma M, Brown K, Doornberg J, Sierevelt I, Jaarsma R, Jadav B. "Distal Radius Volar Plate Design and Volar Prominence to the Watershed Line in Clinical Practice: Comparison of Soong Grading of 2 Common Plates in 400 Patients". J Hand Surg Am [Internet]. 2019;44(10):853–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2019.04.012>.

Otro de los puntos importantes y que puede entrar en conflicto con el anterior, es la fractura de radio que involucra al fragmento "volar rim" ya que en ocasiones sus pequeñas dimensiones de 3 ± 1 mm de alto y 19 ± 4 mm de ancho (190) hacen muy difícil su reducción y síntesis, limitando el uso de las placas volares (190–192), además de ser un punto crítico en la reducción de estas fracturas (146).

La longitud de los tornillos en sentido antero posterior debe ser tenida en consideración, porque protrusiones dorsales pueden llevar a roturas de los tendones extensores (169,185,193,194). Para evitarlo, se han propuesto diferentes visiones de escopia (195–198), colocar tornillos unicorticales (169,194), dejar los tornillos 2 mm menor a la medición tomada (199,200) o planificar la extracción de material de osteosíntesis si la fractura requiere tornillos que puedan sobresalir por dorsal (200) ya que hasta 2 mm de protrusión son difíciles de detectar en escopia (199), pudiendo tomar la profundidad del semilunar como referencia para la longitud de los tornillos (199).

.- Complicaciones:

La tasa de complicaciones varía desde el 22% (201), 27% (200), 7,2% (202), hasta el 13,2% (203), encontrando esta variabilidad en el reconocimiento de estas.

Las complicaciones son más frecuentes en fracturas más complejas, siendo las AO tipo C las de mayores tasas de complicaciones (147,184).

Podríamos dividir las en varios tipos:

.- Infección (39,200,204): superficial o profunda, está asociada a toda cirugía, en el caso de fracturas de muñeca se encuentra en fracturas abiertas, siendo el grado de contaminación de los tejidos un buen factor de predicción de una posible infección (205). La osteosíntesis con placa puede realizarse en fracturas abiertas tras desbridamiento y con cobertura antibiótica (206), siendo rara esta complicación en la cirugía primaria (207)

.- Lesión de tendones extensores: esta complicación está asociada tanto al tratamiento ortopédico como al quirúrgico (207-209) y la incidencia varía desde el 3% al 5% (204,209,210).

Como ya hemos visto la protusión dorsal de los tornillos puede ser una fuente de complicaciones, desde la tenosinovitis (211), hasta la rotura de los mismos (Figura 1. Complicaciones) (6,7,200,212,213).



Figura1. Complicaciones. Fuente: Sebastián P, García A, Lozano A." *Ruptura De Tendones Extensores Tras Placa Volar En Fractura De Radio. a Propósito de un Caso*". Revista Española de Cirugía Osteoarticular. Nº 286 Vol. 56. ABRIL-JUNIO 2021/ 31.

.- *Lesión de tendones flexores*: Las complicaciones de los flexores son menos frecuentemente comunicadas que la de los extensores (207,214) en las fracturas de radio distal.

Como ya hemos señalado la cara volar del radio distal es cóncava y el pronador cuadrado se encuentra entre los flexores y la línea de fractura, esta zona cóncava tiene como límite la "watershed line", distal al pronador cuadrado, y todo material de síntesis distal a ella estará en contacto con los flexores, siendo el FPL el más expuesto con lesiones hasta en el 2% al 12% (200,207,215).

.- *Síndrome del Túnel Carpiano*: es la complicación más comunicada (210) y puede ocurrir independientemente del tipo de tratamiento (207,216) estando implicados en la aparición de esta patología la edad, mecanismo de acción y el sexo del paciente así como las lesiones concomitantes de esa extremidad más que el tipo de tratamiento.

Es difícil conocer la incidencia de STC en los pacientes tratados con placa volar debido a que algunos autores recomiendan abrir

profilácticamente el ligamento anular del carpo (207,217), siendo este proceder controvertido (169,207).

Su aparición varía según los autores y estaría presente entre un 0.5% y un 25% (169), pasando por el 3% del estudio de Quadlbauer (184).

.- *Síndrome de Dolor Regional Complejo*, el tipo I debido a un evento nocivo externo, y el tipo II el que se debe a lesión directa de un nervio periférico (218), esta complicación es referida desde un 3% (219), 4% (200), 6% (215), llegando hasta el 10% (220).

Su tratamiento es difícil y se pone el acento en su prevención y rápida detección, así en el tipo I que se cree debido a una respuesta inflamatoria excesiva a un evento traumático, la vitamina C, que reduce la respuesta antiinflamatoria podría proteger al paciente de esta complicación (184,204,207).

.- *Consolidaciones viciosas*: Es una complicación frecuente, estando entre el 2.2%, (203) y el 7% (200) en los pacientes tratados quirúrgicamente, es una complicación difícil de revisar con precisión porque no existe una definición clara y estandarizada y las causas pueden ser diversas:

1.- Defecto de reducción: Una exposición insuficiente está en la causa de estos defectos (204,207).

Orbay describe su incisión con exposición de primer compartimento extensor y alargamiento del Br (4,124).

Este tipo de incisión lo hemos empleado en algunos casos de difícil reducción, aunque no lo usamos de forma estándar.

2.- Pérdida de reducción: puede ser debida a tres motivos según Berglund (207).

a.- Colapso dorsal: Los tornillos o bulones requieren una posición meticulosa subcondral en las fracturas con conminución dorsal, evitando la colocación intraarticular

radiocarpiana o radiocubital y a su vez logrando hacer presa en un hueso esponjoso y en ocasiones osteoporótico. De no lograrse esta posición quizás no estabilicemos el fragmento distal y se estaría abocado a un colapso con una disminución del ángulo volar, quedando incluso una angulación dorsal, con pérdida de movilidad y dolor en ARCD. (figura 2. Complicaciones).

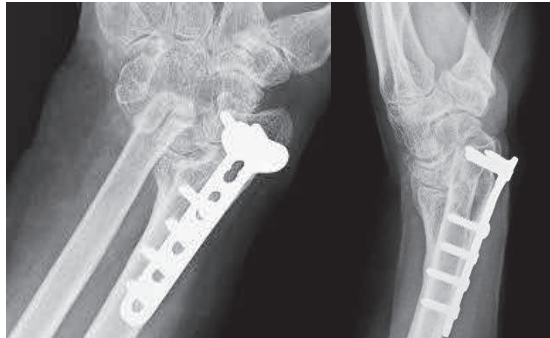


Figura 2. Complicaciones. (*Colapso dorsal*).

b.-Pérdida de altura radial: Para evitar esta complicación, como para la anterior, es fundamental una correcta posición de la placa y los tornillos (204), una posición mayor a 4 mm proximal al hueso subcondral articular dio lugar a una reducción del 5% en la longitud radial (207) y para algunos autores la utilización de las dos filas distales de la placa (31,221), sería fundamental para evitar este acortamiento y sus secuelas de aumento del contacto radiocarpiano, limitación de la movilidad (207) y posible impactación cubital.

c.-Pérdida de reducción de la fosa del semilunar: Como ya hemos señalado en este tipo de fractura la adecuada fijación y estabilización son difíciles de lograr (222) y los implantes estándar no consiguen una efectiva estabilización (191,223,224), incluso con una adecuada reducción la fijación deficiente lleva a una pérdida de reducción (207).

.- *Material intraarticular*: para evitar esta complicación en la articulación radiocarpiana es necesaria una cuidadosa visión con el

intensificador de imágenes (169). Es especialmente útil la visión escópica lateral y entre 15° y 22° de separación del antebrazo de la mesa de mano (204).

Arora comunica un caso de 1 tornillo intraarticular (1%) (200), Soong 8 tornillos intraarticulares (1.3%) (202) y Quadlbauer 5 (1.2%) (Figura 2. Complicaciones) (184).

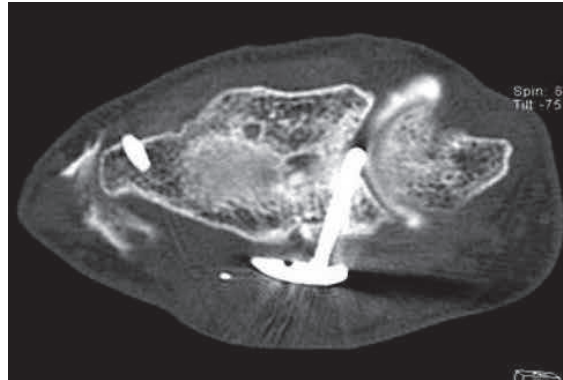


Figura 2. Complicaciones. *Fuente:* Johnson N, Cutler L, Dias J. "Complications after volar locking plate fixation of distal radius fractures". *Injury*2014;45(3):528-33.

La artroscopia peroperatoria también se ha mostrado útil para evitar esta complicación, como vimos previamente (126,129).

La proyección de escopia en "Skyline" permite detectar la penetración cortical en tornillos colocados en la región cubital del radio distal con una alta sensibilidad del 90% (197).

.- *Rotura de material:* Es una complicación rara (207), y está en relación a la falta de consolidación de la fractura (225).

.- *Aflojamiento de tornillos.* Si el material no logra bloquearse correctamente puede aparecer esta complicación que es potencialmente peligrosa tanto para los tendones flexores como para el nervio mediano y requiere de la extracción del tornillo (Figura 4.Complicaciones) (184).



Figura 4. Complicaciones. Fuente: Berglund L, Messer T. "Complications of volar plate fixation for managing distal radius fractures". Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons 2009 vol 17. issue 6 p: 369-377.

Medición de Resultados:

La valoración de las lesiones y enfermedades en función del status de salud y la evaluación de los resultados de los tratamientos seguidos son esenciales en la práctica médica, los instrumentos para esta evaluación deben ser fiables, reproducibles y válidos (226).

Una de las dificultades que existe en la evaluación de las fracturas de muñeca en la literatura científica es el desacuerdo en la forma de evaluar el resultado, posiblemente debido a que en presencia de deformidades importantes de muñeca hay pacientes con una relativa buena función, lo cual no ocurre en otros pacientes, por lo cual parece razonable buscar métodos de evaluación que combinen las perspectivas del paciente y el criterio objetivo (54).

De acuerdo a ello se estableció una serie de sistemas, como el de Garland y Werley (227) o Lindström (228), a estos sistemas pioneros siguieron otros más actuales como los de Green y O'Brien (229), modificados por Cooney, la del "New York Orthopaedic Hospital Wrist Rating Scale" y la de De Bruijin (230).

Resultado Radiológico, en principio más objetivo, se basa en una serie de mediciones de los ángulos y distancias obtenidos tras el tratamiento, como el propuesto por Lindström (228).

Patient Rated Wrist Evaluation (PRWE), desarrollado en 1996 por la doctora MacDermid (231) e ideado para evaluar las alteraciones y secuelas en la muñeca, así como para la utilidad clínica.

Se compone de quince ítems que miden el dolor de la muñeca, con cinco preguntas, y la funcionalidad, con diez preguntas, sobre actividades de la vida diaria, las puntuaciones otorgadas van desde el cero, no dolor o no dificultad para realización de actividad, hasta el diez, dolor intenso o imposibilidad de realizar alguna acción.

Cada subescala puntúa de cero a cincuenta, así pues la puntuación total variará desde cero a cien.

Si una pregunta no se contesta porque no se puede realizar una función debe contestarse diez.

El tiempo estimado para rellenar este cuestionario es de unos tres minutos.

Evidencia una alta calidad que respalda el uso de PRWE como un cuestionario confiable, válido y estructuralmente sólido para evaluar el dolor y la discapacidad en pacientes con diversas lesiones en la muñeca y la mano(232–235).

Este cuestionario se ha enfrentado al SF-36 y al DASH en fracturas de radio distal, resultando el PRWE el más sensible detectando cambios en estos pacientes (236–239).

El DASH sería más preciso en pacientes con múltiples alteraciones en la extremidad superior (236).

La versión española de este cuestionario es una herramienta válida para la evaluación de las lesiones de muñeca (234,235) (Anexo).

Disability of Arm, Shoulder and Hand (DASH), basado en el modelo de la Organización Mundial de la Salud un Grupo de Colaboración de Extremidad Superior desarrolló un instrumento que mide el deterioro y acota las limitaciones en las actividades y participación impuesta por trastornos únicos o múltiples del miembro superior y las discapacidades del brazo.

Es un instrumento estandarizado que mide la propia visión de los pacientes sobre sus discapacidades en la extremidad superior (242).

El DASH publicado en 1996 por Hudak (243).

El DASH es un cuestionario con 30 preguntas con puntuaciones del 1 al 5 con 4 preguntas opcionales para músicos y atletas (244).

Deben contestarse al menos 27 de las 30 preguntas para poder obtener la puntuación. Los valores asignados a cada una de las preguntas son sumados y divididos por el número de respuestas con lo que se obtiene la media, a este valor se le resta 1 y se multiplica por 25.

El DASH se considera un buen instrumento para evaluar a los pacientes en patología de miembro superior (226,245–247), independientemente del diagnóstico, aunque en trastornos generalizados puede no ser tan sensible para patologías más específicas.

Una puntuación de 13 (SD 15.0) puede obtenerse en una muestra estándar (242) (Anexo).

Escala Visual Analógica (EVA) está ampliamente probado que esta escala ofrece una fiabilidad y validez excelente (248,249), mostrándose superior a las escalas verbales descriptivas o a escalas con intervalos fijos, pudiendo considerara a la EVA como el método de referencia en la evaluación de la intensidad del dolor (250).

Una de las limitaciones de la EVA es la dificultad psicomotora para trasladar la sensación de dolor a una distancia medida en una regla (251).

Boston Carpal Tunnel Questionnaire, es un instrumento que se utiliza exclusivamente para la medición en la patología de la mano para la evaluación del síndrome del túnel carpiano contando con escalas de dolor y función siendo útil en la medición de resultados en esta patología (252).

Michigan Hand Outcomes Questionnaire muy extendido en la evaluación de patología de mano, siendo un instrumento fiable y válido (253).

Presenta cuestionarios para mano derecha e izquierda. Cuanto mayor es la puntuación la función es mejor, excepto en la subescala de dolor, que cuanto mayor es esta representa más dolor.

EuroQol-5D es un instrumento genérico denominado Cuestionario Europeo de Calidad de Vida en cinco dimensiones desarrollado en Holanda por el grupo Euroqol (254).

Este cuestionario, que incluye una escala visual analógica se presenta como un perfil de salud o un índice de salud global aportando un valor ponderado (240).

Cuestionario de Salud SF-36 (SF-36), Este cuestionario de salud se usa bajo licencia y fue desarrollado para el Estudio de Resultados Médicos (255).

Es una escala genérica muy utilizada para valorar la calidad de vida relacionada con la salud tanto en grupos específicos como en la población en general, la multitud de estudios ya realizados, que permiten la comparación de resultados, lo convierten en uno de los instrumentos con mayor potencial en el campo de la calidad de vida relacionada con la salud (256).

El cuestionario contiene 36 preguntas, que valoran tanto los estados positivos como negativos de salud y cubre ocho escalas: Función física, Rol físico, Salud general, Vitalidad, Función social, Rol emocional y Salud mental, adicionalmente se incluye una pregunta sobre el cambio de estado de salud respecto al año anterior, esta pregunta no se incluye en las escalas pero proporciona información sobre el cambio percibido por el paciente.

Estas escalas acotan dos componentes, el físico o Physical Component Summary y el mental o Mental Component Summary (256,257), estos componentes, en el caso de los pacientes con alteraciones ortopédicas deben ser evaluados cuidadosamente pues debido a sus limitaciones físicas pueden incrementar el valor de su MSC de forma artificial (258).

Las escalas están ordenadas de forma que el mejor estado de salud tenga mayor puntuación. Para el cálculo de las puntuaciones debe seguirse un proceso de homogeneización de la dirección de las respuestas mediante la recodificación de las diez preguntas que lo requieran para que sigan el gradiente de mayor puntuación, mejor estado de salud.

Cálculo del sumatorio de las preguntas que componen la escala y una transformación lineal de las puntuaciones crudas para obtener escalas entre cero y cien (256).

IMPRESIÓN DE MODELOS 3D EN TRAUMATOLOGÍA

9.-IMPRESIÓN DE MODELOS 3D EN TRAUMATOLOGÍA

.- Introducción

En los casi 40 años transcurridos desde que Charles W “Chuck” Hull presentase su patente el 8 de agosto de 1984 (259) de la I-3D se ha sido incorporada a diferentes campos, no escapando a ello la cirugía ortopédica.

Las utilidades de la I-3D son múltiples pudiendo agruparlas en:

1. Biomodelos o biorréplicas.
2. Herramientas a medida.
3. Implantes personalizados.
4. Fármacos.
5. Tejidos biocompatibles o bioimpresión (260).

El *hype cycle* de tecnologías emergentes de la empresa global de consultoría Gartner es una representación gráfica de la madurez, adopción y aplicación comercial de tecnologías específicas, estableciendo las fases clave del ciclo:

1. Innovación tecnológica y lanzamiento.
- 2.- Inflación de expectativas.
- 3.- Abismo de desilusión
- 4.- Pendiente de consolidación.
- 5.- Meseta de productividad (260–262).

Mientras que los implantes personalizados estarían en la fase de desilusión, los modelos anatómicos se encuentran al inicio de la fase 4 comenzando la pendiente de consolidación (260).

La planificación preoperatoria ha ido avanzando con las técnicas de diagnóstico por imagen que han ido apareciendo, desde las radiografías

simples, a principios el siglo XX, a los TAC y RNM actuales, que proporcionan imágenes detalladas de la anatomía del paciente.

Hoy en día gracias a la I-3D podemos dar un paso más, pasando de un mundo virtual a un mundo físico (263).

Puede describirse la creación de imágenes I-3D en estas impresoras como métodos aditivos, aplicando el material capa a capa, o los métodos sustractivos donde la impresora elimina el material no deseado de un material base, obteniendo el objeto I-3D como material final (264,265).

Kacl et al. encuentran en 1997 que la I-3D puede jugar un importante papel en la planificación de la cirugía en las fracturas de calcáneo (266) así la I-3D es cada vez más importante en la cirugía (267), y existe una tendencia creciente en las investigaciones y publicaciones en este área en los últimos años (268), encontrándose actualmente en un estado primitivo en el campo de la cirugía ortopédica, nuestro conocimiento es insuficiente y los costos y la curva de aprendizaje son algo elevados (268).

La I-3D, como hemos comentado, convierte una imagen virtual en un objeto físico.

En el campo de la cirugía ortopédica, y más específicamente en el campo de las fracturas óseas, se trata de conseguir el paso de una imagen virtual bidimensional de TAC a un objeto real, mediante una tecnología de fabricación por adición, en la que un objeto tridimensional es creado mediante superposición de capas sucesivas de material mediante una impresora 3D.

Para ello Chuck Hall desarrolló un tipo de archivo llamado "Lenguaje de Triangulación Estándar" (STL), que es un software que informa a una impresora 3D para crear el objeto deseado (264); este archivo STL genera un código G, que es el conjunto de comandos utilizados por la impresora para determinar cómo producir la estructura 3D en dimensiones X,Y,Z.

El proceso de impresión para medicina se divide en 4 fases (9,260):

.- Adquisición: el mejor estudio para la I-3D de estructuras óseas es la TAC (269), con modificaciones que facilitarían la posterior segmentación realizando cortes de 1mm o menos, filtros de partes blandas y colimación (260,270), la imagen se almacena en ficheros DICOM (*Digital Imaging and Communication On Medicine*).

.- Segmentación: se procesa la imagen y se selecciona la zona anatómica que van a ser posteriormente impresa. Ello se logra gracias a varias herramientas informáticas de libre disposición como Horos (Horos Project, Annapolis MD; EE.UU.) 3D-Slicer (BWH, Cambridge, MA, EE.UU.) o Invesalius (Centro de Tecnología de Informação, Campinas, SP, Brasil) o comerciales.

La segmentación se puede realizar mediante varios métodos:

a.- Manual, seleccionando pixel a pixel las regiones de interés.

b.- Automático, con algoritmos para la selección de zonas necesarias.

c.- Semiautomático, una combinación de ambas.

Sea cual sea el método elegido, debe realizarse un renderizado, término inglés "*render*", usado en computación para referirse al proceso de generar una imagen realista desde una imagen 3D, así las zonas en que la segmentación deje con artefactos o poco definidas o en las que la segmentación no sea necesaria y puedan interferir en el resultado final deben ser renderizadas.

Ahora se realiza la exportación del modelo a un fichero digital, este fichero está formado por una malla tridimensional de triángulos cuyo formato más extendido es el .STL.

.- Procesado: es fundamental en este paso no variar la información clínica, ya que en este proceso podemos suavizar artefactos, crear uniones entre elementos separados, por ejemplo fragmentos fracturarios muy desplazados, optimizar estructuras que no aporten información necesaria y comprometan la impresión, o

corregir la malla, ya que pueden provocarse pequeños defectos que requieren corrección.

Para este paso contamos con programas como MeshLab (ISTI-CNR, Pisa, TO, Italia) o Meshmixer (Autodesk Inc, San Rafael, CA, EE.UU.).

.- Fabricación: el modelo de diseño asistido por ordenador en formato STL se importará a un software de laminación que será interpretado por una impresora que fábrica, capa a capa, el modelo final.

En el caso de los modelos de planificación preoperatoria se realiza por deposición de plástico fundido y el material empleado sería, PLA (ácido Poliláctico), ABS (Acilonitrilo Butadieno Estireno), TPU95A (Poliuretano Termo-plástico) (Figura1. Impresión 3-D).

Se procede a realizar una serie de ajustes técnicos, la velocidad de impresión, la resolución los rellenos o soportes empleados.

Posteriormente se deberá procesar el modelo de forma manual para llegar al resultado final, como retirar los soportes o, en nuestro caso, completar los trazos de fractura y obtener los diferentes fragmentos.

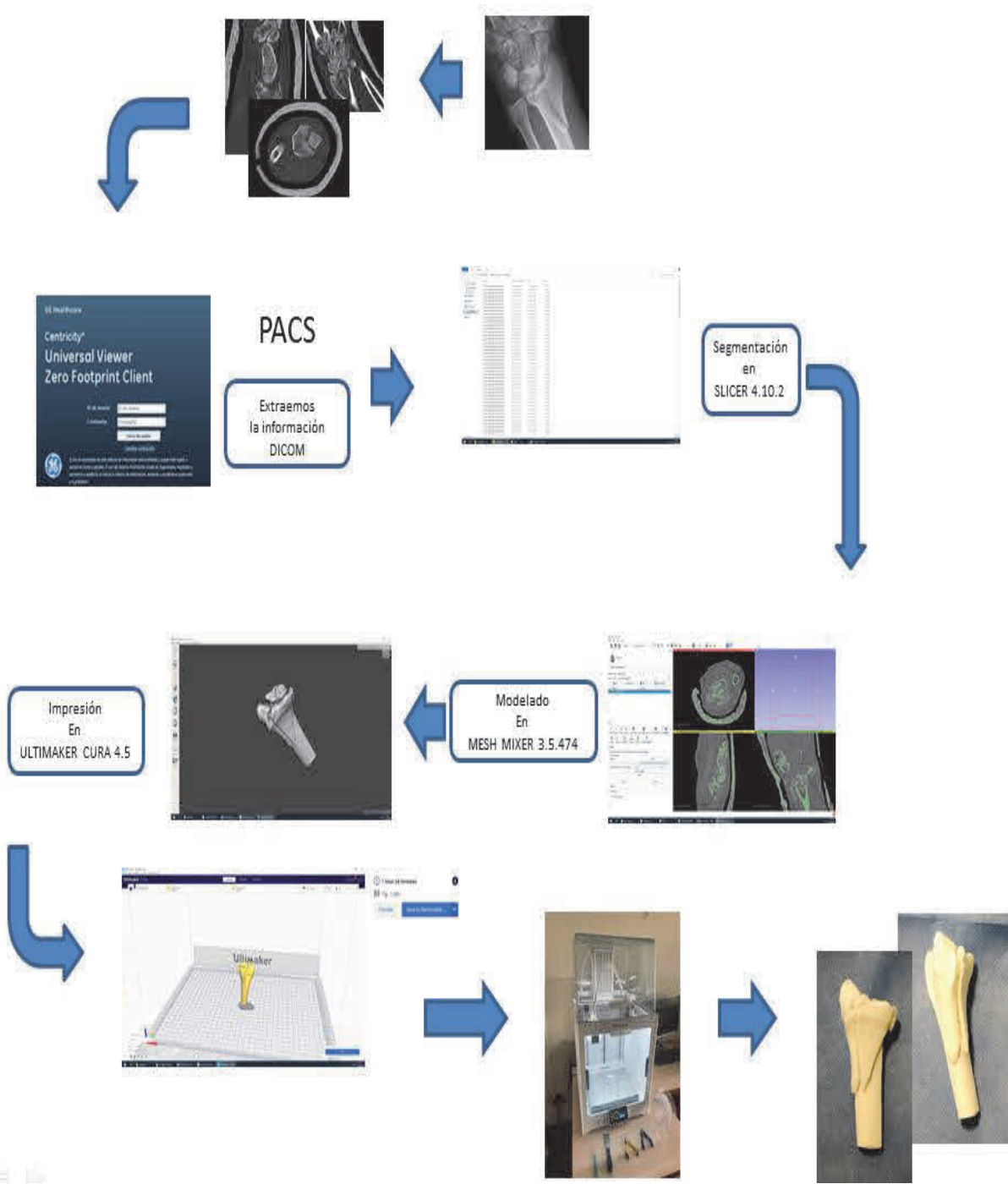


Figura1. Impresión 3D (Pasos para obtención de modelos 3D).

RESULTADOS GENERALES

10.- RESULTADOS GENERALES

Cirugía y Seguimiento

Todos los pacientes fueron recibidos por el Servicio de Urgencias del Hospital General Universitario de Alicante Dr. Balmis, bien tras sufrir el accidente o trasladados desde otro centro. En urgencias, una vez realizado el diagnóstico se procede a la reducción inicial de la fractura y (Figura 1. Resultados Generales) se remite al Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, donde en sesión clínica se valora la posibilidad de tratamiento quirúrgico.



Figura 1. Resultados Generales (*Radiología preoperatoria*).

Una vez establecido este y tras aleatorización, que se realizó mediante el programa informático gratuito Random Sample Generator© (Figura 2. Resultados Generales), si el paciente cumplía los requisitos, se le entrevistaba de forma personal y se le pasaba el consentimiento informado tanto como para la cirugía como para la participación en el estudio (Anexo).

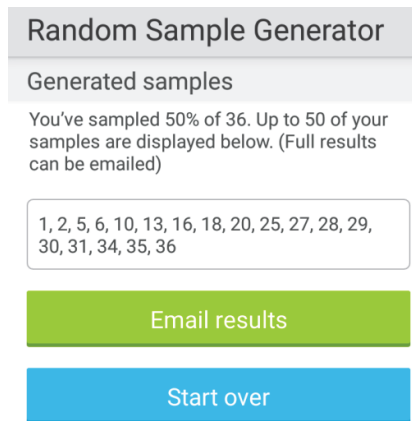


Figura 2. Resultados Generales. (*Random Sample Generator*©).

Si correspondía al grupo con modelo anatómico se procedía a realizar los pasos oportunos, como se describió en la introducción, para imprimir el modelo, con cortes de TAC de 1 mm y con PLA como material y un espesor de aposición de 2 mm, en una impresora Ultimaker S5© y tras reproducir la fractura, se simulaba la intervención con una placa similar a la utilizada posteriormente en la cirugía (Figura 3. Resultados Generales).



Figura 3 .Resultados Generales (*preparación de modelo I-3D*).

El material elegido para la síntesis fue la placa Synthes VA LCP (DePuySynthes Synthes GmbH Eimattstrasse 3 4436 Oberdorf Switzerland), que permite una angulación variable en los tornillos de bloqueo distal de hasta 30°, y que fue suministrada, como material de adiestramiento (derecha e izquierda), por la casa comercial (Figura 4. Resultados Generales).



Figura 4. Resultados Generales. (*Placa VA LCP*)

Tras esto se tomaba una radiografía del modelo con la síntesis realizada, observándose la altura de la placa en relación a la “watershed line”, la dirección de los tornillos en relación a los fragmentos y la posibilidad de realizar una síntesis estable (Figura 5. Resultados Generales).



Figura 5. Resultados Generales. (*Radiología modelo I-3D*).

Todas las intervenciones fueron realizadas por el mismo cirujano con la placa ya comentada, similar a la empleada con los modelos, en estos en acero y en los pacientes en titanio.

En un paciente, por aleatorización asignado a I-3D y que tras la realización de la síntesis en el modelo se vio que esta sería inestable, se decidió utilizar una placa Volar Rim de Synthes©.

Durante la intervención, descrita en la introducción, no se objetivo inestabilidad radio cubital distal, y tras el cierre de la herida quirúrgica se

procede a colocar un vendaje almohadillado que limita la movilidad de la muñeca, aunque no lo impide completamente, salvo en los casos que creímos que la osteosíntesis no era lo suficientemente segura, en los cuales inmovilizamos con férula de yeso.

Se mantiene la mano elevada con pauta de analgesia, se realiza radiología de la fractura post operatoria (Figura 6. Resultados Generales) y, pasadas 24 horas, y tras retirar el drenaje se da el alta al paciente.



Figura 6. Resultados Generales (*Radiología postoperatoria*).

Se realiza el primer control al mes, donde se dan una serie de recomendaciones basadas en la pauta de Kirk-Watson (271) y se anima al paciente a que reanuden las actividades de la vida diaria tan pronto como sea posible, lo que puede ser tan efectivo como terapia reglada (272,273) y citándolo nuevamente a los 3 meses y a los 6 meses para realizar un nuevo estudio radiológico (Figura 7. Resultados Generales).

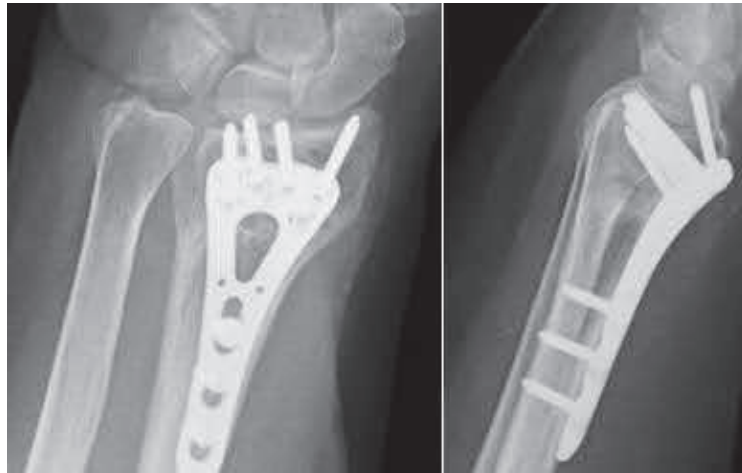


Figura 7. Resultados Generales. (*Radiología final*).

En esta última visita se evalúa por un observador independiente y cegado la movilidad pasiva con goniómetro manual y la fuerza con dinamómetro Jamar© (Sammons Preston) y se cumplimentan los cuestionarios PRWE, DASH y dolor EVA (Figura 8. Resultados Generales).



Figura 8. Resultados Generales. (*Movilidad*).

.- Variables sociodemográficas

El tamaño muestral del estudio fue de 32 fracturas, perdiéndose dos de ellas por falta de seguimiento, siendo el total de 30 pacientes de los cuales 19 fueron mujeres (63,3%) y 11 hombres (36,7%) (Figura 9) con

edades comprendidas entre los 37 y 75 años con una media de $57,37 \pm 11,44$ años (Gráfico 1. Resultados Generales).

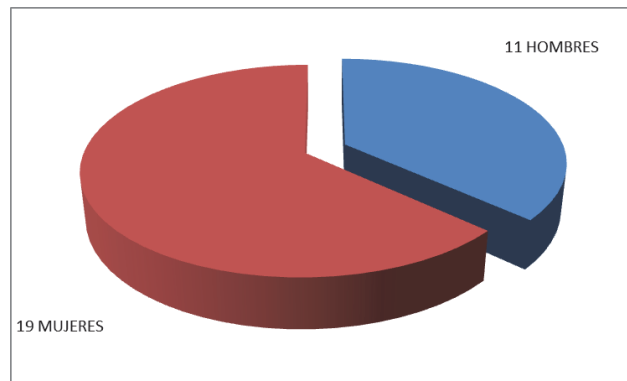


Figura 9. Resultados Generales. (Hombres/Mujeres).

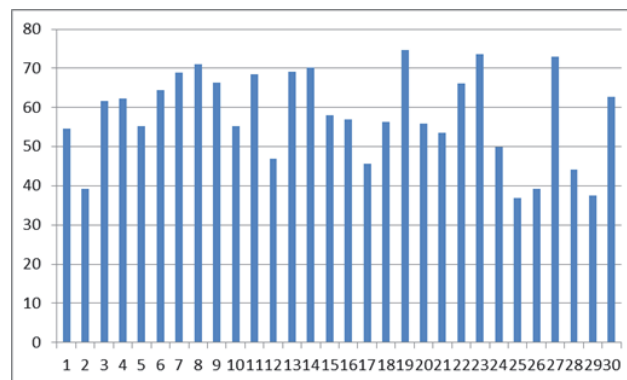


Gráfico 1. Resultados Generales. (Edades).

Todos los pacientes, excepto tres, presentaban algún tipo de patología asociada. (Tabla 1. Resultados Generales).

La ocupación más común fue la de labores del hogar (Tabla 2. Resultados Generales).

COMORBILIDADES	
HTA.OBESIDAD.HISTERECTOMIA	HERNIA L4/L5
ARTRODESIS LUMBAR.UROLITIASIS	MIGRAÑA. OFORECTOMÍA
ARTRODESIS LUMBAR. LIGAMENTOPLASTIA RODILLA.DEPRESION	ESCLEROSIS MÚLTIPLE . HIPOTIROIDISMO. APENDICECTOMIA.
ARTRODESIS LUMBAR	NO REFIERE
HTA. FRACT. HUMERAL. Ca. BASOCELULAR	STC. URTICARIA
HIPOTIROIDISMO.ULCUS GÁSTRICO.	NO REFIERE
HTA.OSTEOPOROSIS HISTERECTOMIA.CISTOCELE.	AMIGDALECTOMÍA. HISTERECTOMÍA.
STC. ROTURA MANGUITO ROTADOR BILATERAL.HTA	AMIGDALECTOMIA. VARICES.
HALLUX VALGUS	MELANOMA. COLECISTECTOMÍA.
SÍNDROME ANSIOSO DEPRESIVO	NEUMOTORAX.
HERNIA DE HIATO. EPENDICECTOMIA.PATOLOGIA OVÁRICA.	NO REFIERE
HERNIA INGUINAL. LESION EN CODO.	HTA
STC.FISURA ANAL	FRACT. CODO Y TOBILLO. EPICONDILITS BILATERAL.
PTC.OSTEOPOROSIS. INSOMNIO.	NO REFIERE
MIGRAÑA. OFORECTOMÍA	CA. TIROIDES.HTA

Tabla 1. Resultados Generales. (Comorbilidades).

OCUPACION	
AMA DE CASA	ADMINISTRATIVA
EDUCADOR SOCIAL	TECNICA RADIOTERAPIA
JUBILADO	LIMPIEZA
AMA DE CASA	JUBILADA
AUX ADMINIS	AUXILIAR CLINICA
AMA DE CASA	CAMARERO
AMA DE CASA	AMA DE CASA
BANCA	AMA DE CASA
JUBILADO	EMPRESARIO
LIMPIEZA	CAMPO
AMA DE CASA	REPARTIDOR
INC.TEMP	JUBILADA
AMA DE CASA	CANTERO
ADMINISTRATIVA	VENDEDOR
ADMINISTRATIVA	AMA DE CASA

.... Tabla 2. Resultados Generales. (Ocupación).

En cuando a las actividades recreativas y de ocio se recogen en la tabla 3. Resultados Generales.

HOBBIES	
NO	PILATES
NO	PUZZLES
OLEO	COSTURA
ANDARINA	COSTURA.LECTURA
PESAS	BICICLETA.NATACION
CORRER	NO
YOGA.NATACION	NATACION
CAZADOR	COCINA
CRUCIGRAMAS	BICICLETA/SENDERISMO
YOGA	MONTAÑISMO
NO	SENDERISMO
NO	DIBUJO
NATACION	NO
LECTURA	BICICLETA
MANUALIDADES Y GYM	COSTURA

Tabla 3. Resultados Generales.(Hobbies).

La mano dominante en 29 casos fue la derecha (96,66%) y en 1 caso la izquierda (3.33%), siendo el lado fracturado en 18 casos la muñeca izquierda (60%) y en 12 la derecha (40%) (Figura 10. Resultados Generales).

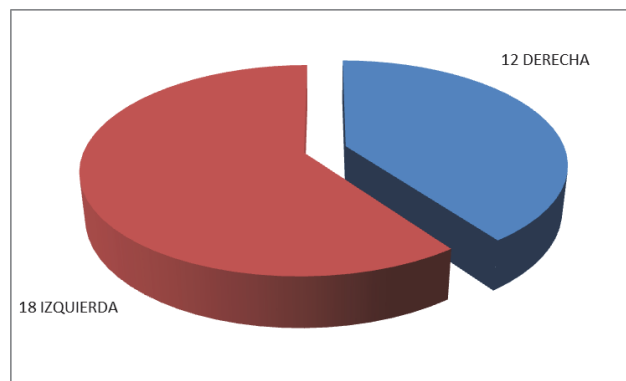


Figura 10. Resultados Generales. (*Lateralidad*).

El mecanismo lesional más frecuentemente encontrado fue la caída casual en 26 de los casos (86,66%), 2 accidentes deportivos (6,66%) y 2 accidentes de tráfico (6,66%) (Figura 11. Resultados Generales).

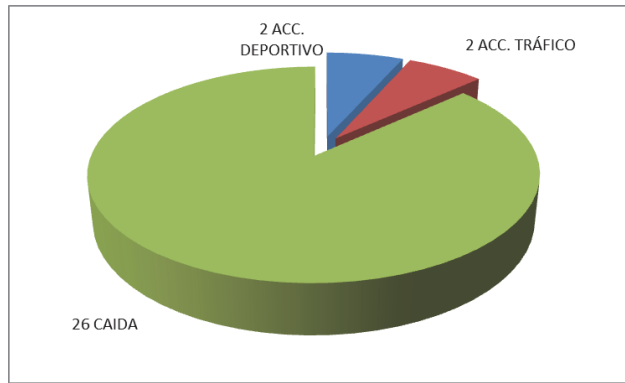


Figura 11. Resultados Generales. (Mecanismo lesional).

.- Clasificación de la fractura

Con el estudio radiológico estándar y TAC se clasificaron las fracturas de acuerdo a los criterios de la Asociación Suiza para el Estudio de la Fijación Interna (AO/ASIF), 8 el grupo 2R3C3.2, 14 del 2R3C3.1, 2 del 2R3C2.2, 2 del 2R3C1.3 , 1 del 2R3C1.2, 1 del 2R3C1.1, 1 del 2R3B2.2 y 1 del 2R3B2.1 (gráfico 2. Resultados Generales).

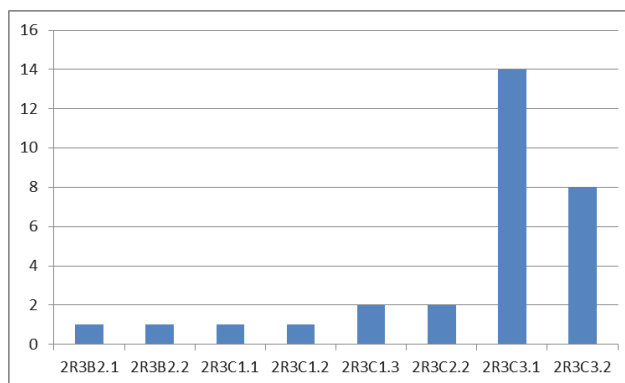


Gráfico 2. Resultados Generales. (Clasificación AO).

Para la correlación estadística hemos agrupado las fracturas en dos grupos, en el primero de ellos hemos reunido las tipo B2 y tipo C grupos 1 y 2 con un total de 8 fracturas, y en el segundo están las pertenecientes al tipo C grupo 3, con 22 fracturas (Gráfico 3).

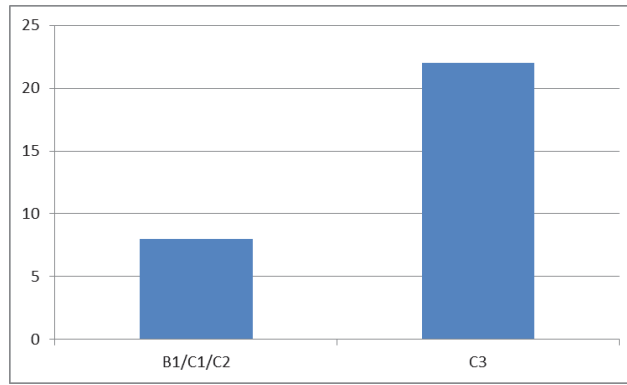


Gráfico 3. Agrupación para correlación estadística.

Se añadió la clasificación de la imagen de TAC propuesta por Rozental con la modificación de Nanno, obteniéndose 2 fracturas del tipo 2, 3 del tipo 3A, 14 del tipo 3B, 7 del 3C y por ultimo 4 el grupo 4 (Gráfico 4. Resultados Generales).

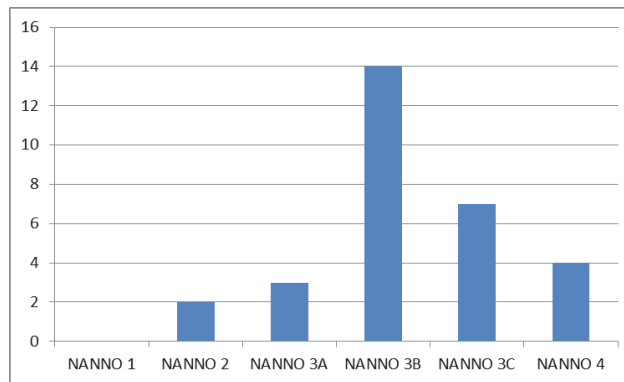


Gráfico 4. Resultados Generales. (Clasificación de Nanno).

En 16 casos se observó lesión de estiloides cubital, aunque en ningún caso se objetivó inestabilidad radio cubital distal en el acto intraoperatorio.

.- Tiempo de espera prequirúrgico

Se realiza intervención quirúrgica con un tiempo de espera medio de $8,3 \pm 3,7$ días y un máximo de 14 y mínimo de 2 (Gráfico 5. Resultados Generales).

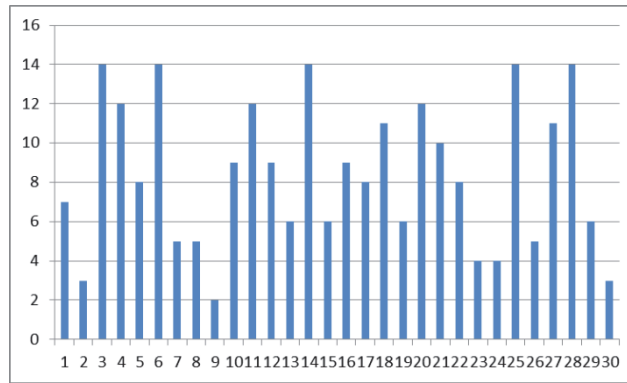


Gráfico 5 Resultados Generales. (Tiempo de espera).

	n	%	MEDIA	MEDIANA
SEXO				
HOMBRE	11	36,7		
MUJER	19	63,3		
LADO				
DERECHO	12	40		
IZQUIERDO	18	60		
DOMINANTE				
SI	13	43,3		
NO	17	56,2		
MECANISMO				
TRAFICO	2	6,7		
DEPORTIVO	2	6,7		
CASUAL	26	86,7		
EDAD (años)			57,37±11,44	
CLASIFICACION AO				
B2/C1/C2	8	26,7		
C3	22	73,3		
TIEMPO ESPERA (días)			8,4±3,8	

.- Tiempo de isquemia y escopia

La intervención se realizó en todos los casos con bloqueos de plexo y sedación, isquemia de miembro superior con venda de Esmarch y manguito neumático y con ayuda de escopia intraoperatoria, anotándose tanto el tiempo de isquemia como el de exposición a la radiación (Gráfico 6. Resultados Generales), con una media de $60,70 \pm 10,99$ minutos para el tiempo de isquemia y una mediana de 0,46 (0.28-1.00) minutos el relativo a la escopia.

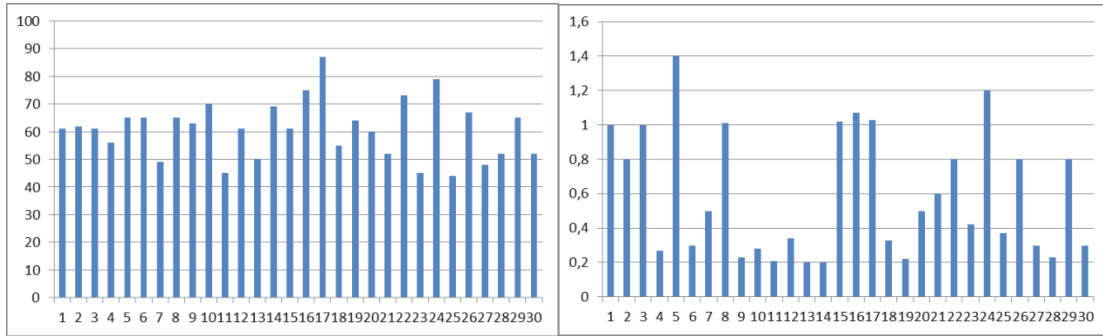


Gráfico 6. Resultados Generales. (*Tiempo de Isquemia y Tiempo de Escopia*).

.- Material de síntesis desechado

Tras la inserción de un tornillo de síntesis, si este es de una longitud inadecuada debe ser desechado, siempre que no sea posible utilizarlo en el mismo paciente.

La pérdida de material por este concepto fue de 10 tornillos (mediana 0,00(0-2)), y ocurrió en 7 pacientes (23,3%), (2 tornillos de cortical y 8 de bloqueo distal), debido a exceso de longitud de estos y a su posible protrusión en cara dorsal del radio (Figura 12).

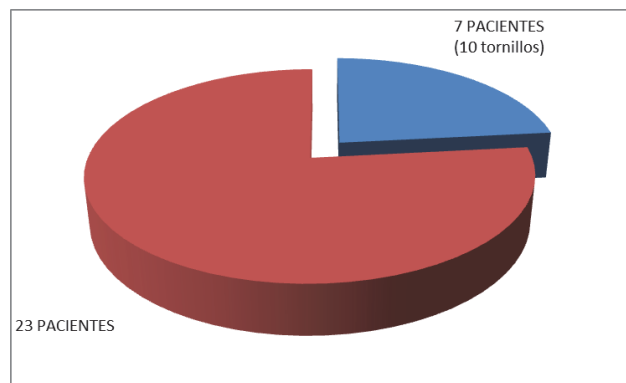


Figura 12. Resultados Generales. (*Pérdida de material*).

Un paciente requirió de una placa diferente por corresponder a una fractura muy distal no sintetizable con la placa convencional.

En 3 pacientes fue precisa la colocación de tornillos complementarios para asegurar la osteosíntesis.

En 1 ocasión un paciente necesitó una férula de yeso durante 3 semanas, ya que se consideró la osteosíntesis no totalmente segura.

	n	%	MEDIA	MEDIANA
TIEMPO DE ISQUEMIA(minutos)			60,70±10,39	
TIEPO DE ESCOPIA(minutos)				0,46(0,28-1,00)
PACIENTES / MATERIAL DESECHADO	7	23,3		
MATERIAL DESECHADO				0,00(0-2)

Ningún paciente presentó complicaciones postoperatorias inmediatas.

.- Valoraciones radiológicas postoperatorias:

Para la medición de los valores en la radiología de control, se utilizaron las herramientas del programa informático Universal Viewer Zero Footprint Client de General Electric©.

Ángulo de inclinación radial postoperatoria ofreció una media de $23,32^{\circ} \pm 3,80$, con un mínimo de $17,3^{\circ}$ y un máximo de $30,1^{\circ}$ (Gráfico 7. Resultados Generales).

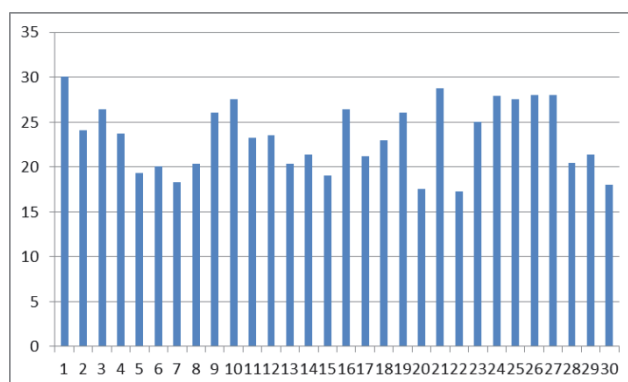


Gráfico 7. Resultados Generales. (*Ángulo de Inclinación Radial post operatoria*).

Ángulo de inclinación volar varió desde -1° a 25° volar, con una media de $12,39^{\circ} \pm 4,40$ (Gráfico 8. Resultados Generales).

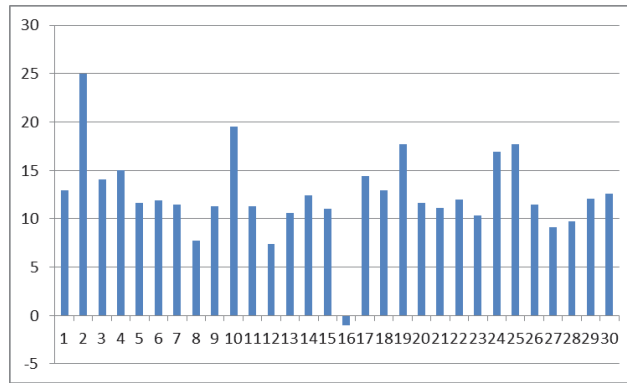


Gráfico 8. Resultados Generales. (*Ángulo de Inclinación Volar postoperatoria*).

La medición de la altura radial fue desde 7,3 mm a 20,9 mm con una media de $11,3 \pm 3,2$ mm (Gráfico 9. Resultados Generales).

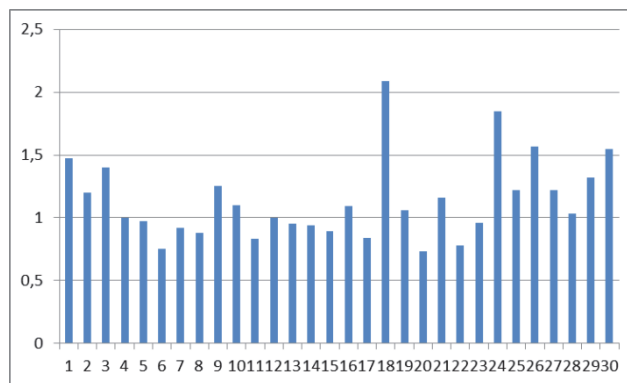


Gráfico 9. Resultados Generales. (*Altura radial post operatoria*).

En 3 pacientes (10%) no se logró reducir el escalón articular, en 2 de ellos este fue de 1 mm y en otro de 2,2 mm. (Figura 13. Resultados Generales).

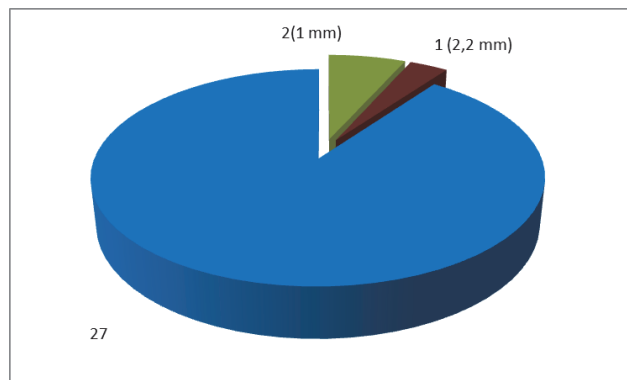


Figura 13. Resultados Generales. (*Escalón articular*).

En un paciente se observó la protrusión dorsal de un tornillo.

La varianza cubital neutra en 17 casos (56,66%), un *cúbito minus* en 4 casos (13,33%) y en 9 casos un *cúbito plus* (30%) (Figura 14. Resultados Generales).

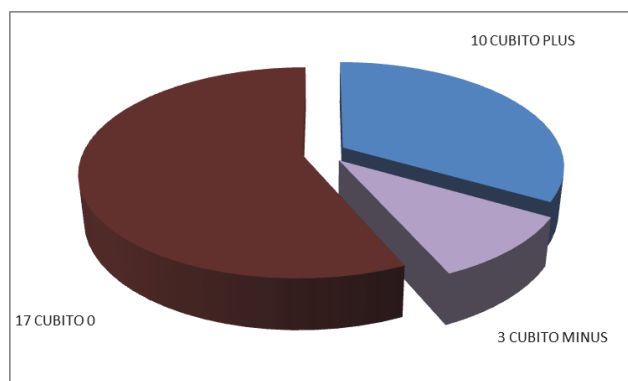


Figura 14. Resultados Generales. (Varianza cubital).

Ningún paciente presentó complicaciones (infección, SDRC, lesión nerviosa, lesión tendinosa) durante el seguimiento.

	n	%	MEDIA
ÁNGULO INCLINACION RADIAL			23,32°±3,80
ÁNGULO DE INCLINACION VOLAR			12,39°±4,40
ALTURA RADIAL			11,3±3,2 mm
ESCALON ARTICULAR	3	10	
PROTRUSION	1	3.33	

.- Movilidad y fuerza:

En la revisión realizada a los 6 meses se obtuvieron los siguientes datos en relación a los parámetros radiológicos, movilidad (para la flexión y la extensión se registró la movilidad pasiva) y fuerza de ambas muñecas, así como la cumplimentación de los cuestionarios PRWE, DASH y la EVA.

La extensión máxima de la muñeca fracturada fue de 90° y la mínima de 40° y mediana 80° (60-80), por su parte la contralateral lograba un máximo de 95° y un mínimo de 45° con una mediana de 80° (68,75-90) (Gráfico 10. Resultados Generales).

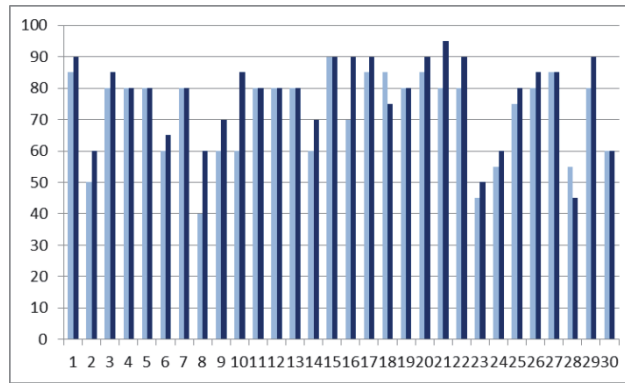


Gráfico 10. Resultados Generales (*Extensión final*). En los gráficos en azul oscuro la muñeca sana.

La flexión máxima de la muñeca fracturada fue de 90° y la mínima de 20°, con una mediana de 80° (58,75-81,21), en la muñeca contralateral estos valores oscilaban entre 95° de flexión máxima y 50° de mínima, con una mediana de 80° (77,5-86,25) (Gráfico 11. Resultados Generales).

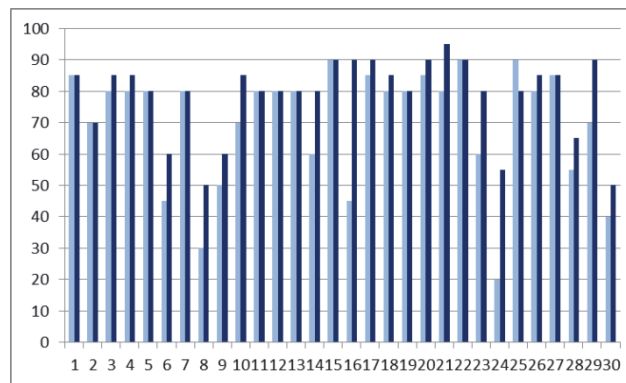


Gráfico 11. Resultados Generales (*Flexión final*).

La desviación cubital presento en la muñeca fracturada alcanzó los 35° y la peor movilidad fue de 10°, con una mediana de 20° (20-25), siendo en las contralaterales la movilidad entre 20° y 35°, con una mediana de 22,5° (20-25) (Gráfico12. Resultados Generales).

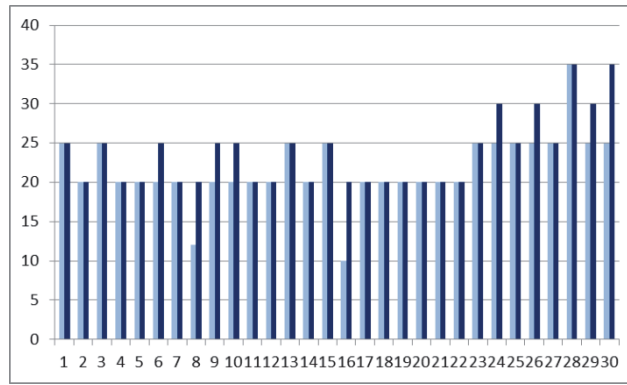


Gráfico 12. Resultados Generales. (*Desviación cubital*).

La desviación radial tiene sus límites en 5° y 15° con una mediana de 10° (10-15), por su parte la muñeca sana presentaba unos límites entre 10° y 15° con una mediana de 10° (10-15) (Gráfico 13. Resultados Generales).

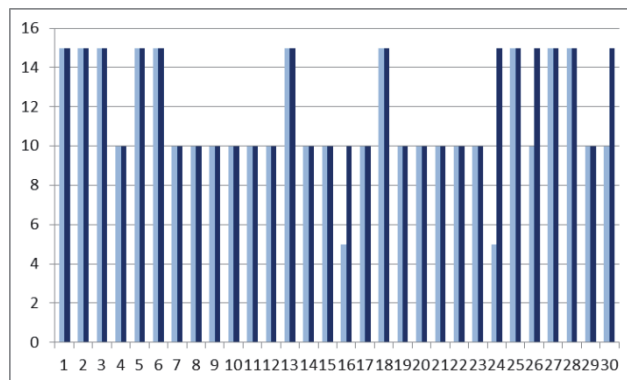


Gráfico 13. Resultados Generales (*Desviación radial*).

La pronación varía entre 80° y 90°, con una mediana de 87,50° (85-90) en la fracturada y en la contralateral la movilidad osciló entre 80° y 90° con una mediana de 87,50° (85-90) (Gráfico 14. Resultados Generales).

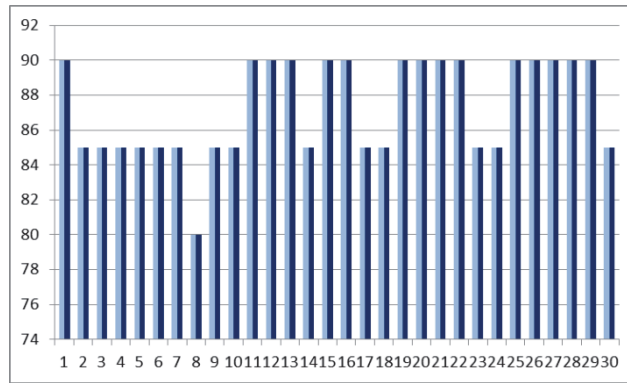


Gráfico 14. Resultados Generales. (*Pronación*).

La supinación en las muñecas patológicas fue desde los 70° a los 90° con una mediana de 87,50° (85-90), por su parte la muñeca sana varió entre 80° y 90° con una mediana de 87,50° (85-90) (Gráfico 15. Resultados Generales).

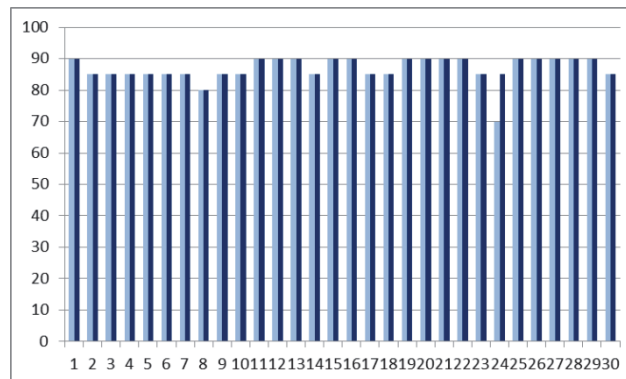


Gráfico 15. Resultados Generales. (*Supinación*).

La fuerza registrada arrojó un máximo de 42 kg y mínimo de 12 kg con una mediana de 22 kg (20-32) en la fracturada y en la sana la mediana de 28 kg (22-38.5)

Hay que significar que estos valores no tienen en cuenta si la mano dominante era la derecha o izquierda y cual de ellas era la lesionada (Gráfico 16. Resultados Generales).

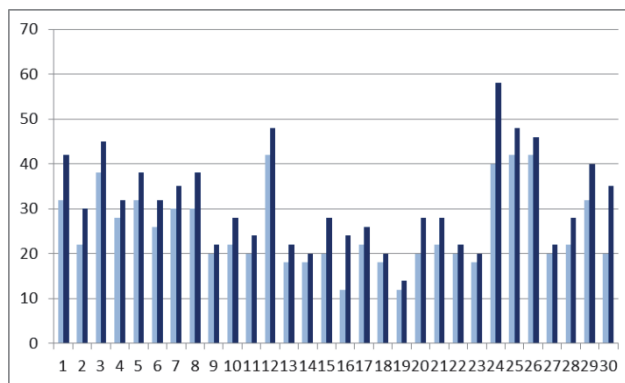


Gráfico 16. Resultados Generales. (Fuerza).

	MEDIANA
EXTENSIÓN	
FRACTURADA	80°(60-80)
SANA	80°(68,75-90)
FLEXIÓN	
FRACTURADA	80°(58,75-81,21)
SANA	80°(77,5-86,25)
DESVCION CUBITAL	
FRACTURADA	20°(20-25)
SANA	22,5°(20-25)
DESVCION RADIAL	
FRACTURADA	10°(10-15)
SANA	10°(10-15)
PRONACIÓN	
FRACTURADA	87,50°(85-90)
SANA	87,50°(85-90)
SUPINACIÓN	
FRACTURADA	87,50°(85-90)
SANA	87,50°(85-90)
FUERZA	
FRACTURADA	22KG(20-32)
SANA	28KG(22-38,5)

.- Radiología al final del estudio

La medición de los ángulos radiológicos tras los 6 meses de seguimiento, realizados por un observador independiente y cegado fueron:

Ángulo de inclinación radial fue de un máximo de 28° con un mínimo de $15,2^{\circ}$ y una media de $22,30^{\circ} \pm 3,41^{\circ}$.

En cuanto a la muñeca sana, las mediciones, por problemas asistenciales de saturación del servicio de radiodiagnóstico, solo pudieron realizarse en 18 de los pacientes, lo que nos sirvió para obtener una media de $22,24^{\circ} \pm 3,83^{\circ}$, similar al señalado en la literatura (ver radiología) (gráfico 17. Resultados Generales).

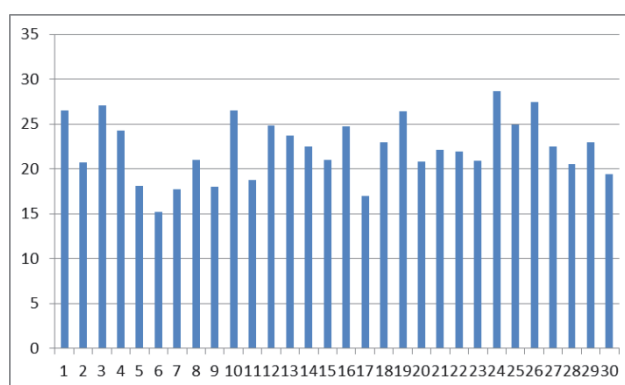


Gráfico 17. Resultados Generales. (*Ángulo de Inclinación Radial Final*).

Ángulo de inclinación volar de la carilla articular al final del seguimiento fue de media de $10,79^{\circ} \pm 4,96^{\circ}$, con un máximo de $18,9^{\circ}$ y un mínimo de $-6,4^{\circ}$ (señalando que esta medición corresponde a la fractura que necesitó una placa Volar Rim).

La muñeca contralateral, en esta medición, como en las siguientes también presentó el mismo problema que en la medición anteroposterior, siendo la media de $11,48^{\circ} \pm 2,46^{\circ}$, similar al referido por la literatura (ver radiología) (Gráfico 18. Resultados Generales).

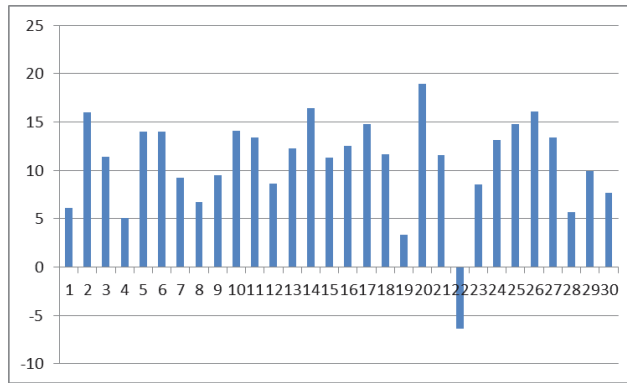


Gráfico 18. Resultados Generales. (*Ángulo de inclinación Volar Final*).

Por último la altura radial tuvo un máximo de 18,6 mm y un mínimo de 5,9 mm y una media de $10,29 \pm 0,30$ mm. En la muñeca sana la media fue de $10,28 \pm 0,29$ mm (Gráfico 19. Resultados Generales).

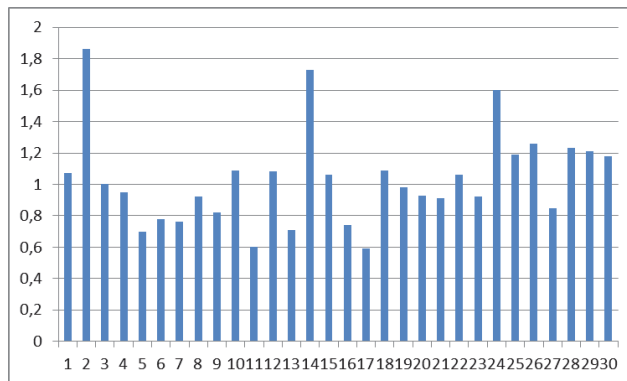


Gráfico 19. Resultados Generales. (*Altura radial*).

La posición de la placa con respecto a la clasificación de Soong fue de 4 pacientes con grado 2 (13,33%), 10 grado 1(33,33%) y 16 grado 0 (53,33%), distintos a los ofrecidos otros autores (157,186,187), aunque la heterogeneidad de las distintas series y los distintos tipos de placa hacen poco valorable esta medición (Figura 15. Resultados Generales).

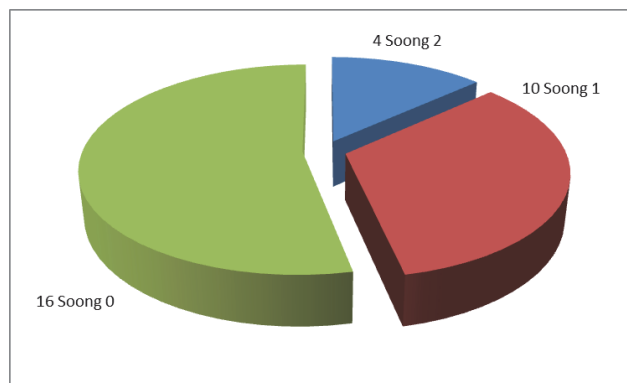


Figura 15. Resultados Generales. (Clasificación de Soong).

El escalón articular fue detectado en 4 pacientes (13,33%), en 1 paciente (3,33%) no fue posible su evaluación y el resto, 25 pacientes (83.33%), no presentó escalón radiológico valorable.

En un paciente se detectó la protrusión dorsal de un tornillo.

	n	%	MEDIA
ÁNGULO INCLINACION RADIAL			22,30°±3,41
ÁNGULO DE INCLINACION VOLAR			10,79°±4,96
ALTURA RADIAL			10,29±3,01 mm
LINEA DE SOONG			
2	4	13,33	
1	10	33,33	
0	16	53,33	
ESCALON ARTICULAR			
SI	4	13,33	
NO	25	83,33	
NO VALORABLE	1	3,33	
PROTRUSION	1	3,33	

Los resultados postoperatorios con los datos obtenidos al final del estudio se detallan en la siguiente tabla.

	POSTOPERATORIO	FIN DE ESTUDIO
ÁNGULO INCLINACION RADIAL	23,32°±3,80	22,79°±3,41
ÁNGULO DE INCLINACION VOLAR	12,39°±4,40	10,29°±4,96
ALTURA RADIAL	11,3±3,22 mm	10,29±3,01 mm
ESCALON ARTICULAR		
SI	3 (10%)	4 (13,33%)
NO	27(90%)	25 (83,33%)
NO VALORABLE		1 (3,33%)
PROTRUSION	1(3,33%)	1(3,33%)

.- PRWE

La media del Patient-Rated Wrist Evaluation (P.R.W.E.) de todas las muñecas intervenidas fue de media 19,76±16,4 puntos con un máximo de 65,5 puntos y un mínimo de 0 puntos (Gráfico 20. Resultados Generales).

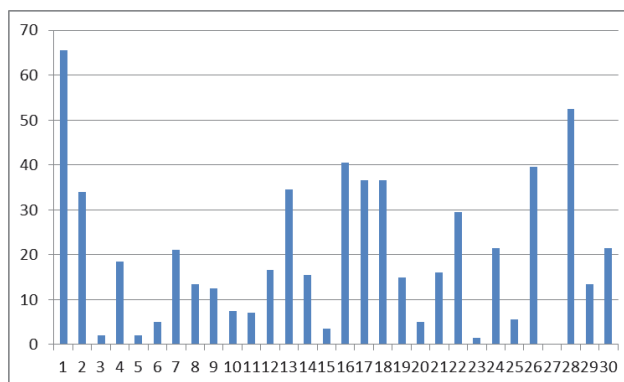


Gráfico 20. Resultados Generales. (PRWE total).

.- DASH

Disability of Arm, Shoulder and Hand (DASH) medio en todos los pacientes nos dio un valor de 22,83±18,14 puntos siendo el máximo 56,66 puntos y el mínimo de 0 puntos (Gráfico 21. Resultados Generales).

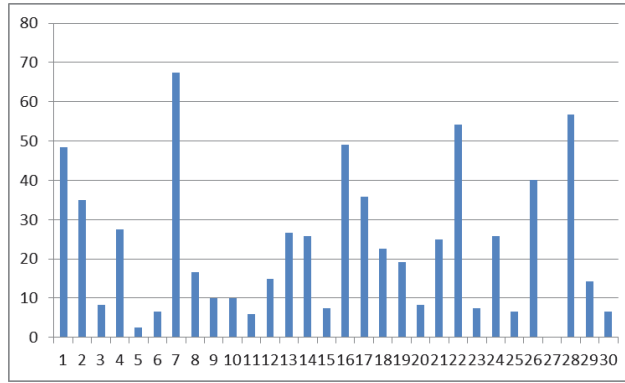


Gráfico 21. Resultados Generales. (DASH total).

.- EVA

La Escala Visual Analógica (EVA) tuvo una media de $2.06 \pm 1,66$ puntos (Gráfico 22. Resultados Generales).

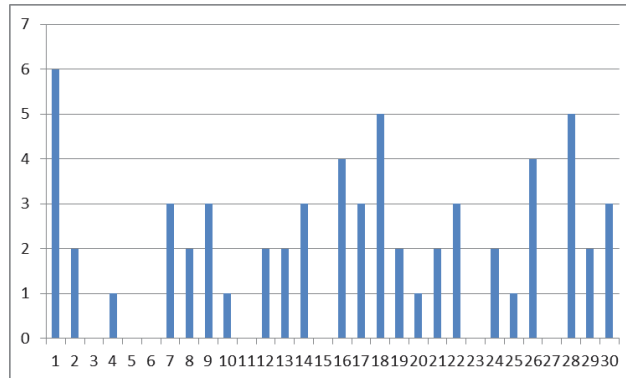


Gráfico 22. Resultados Generales. (EVA total).

	MEDIA
PRWE	$19,76 \pm 16,4$
DASH	$22,83 \pm 18,14$
EVA	$2.06 \pm 1,66$

.- Evaluación general

La comparación de nuestros resultados con otros estudios está condicionada por los distintos diseños de estos, por las diferencias en las osteosíntesis, plazos de seguimiento, clasificaciones, tipo de fractura, edad de los participantes, datos reflejados, etc.

Los más significativos se recogen en la tabla 4. Resultados Generales.

El estudio multicéntrico de Bartl (274) recoge 185 pacientes mayores de 65 años con fracturas de radio tipo C de la clasificación AO y de forma aleatoria asigna un tratamiento quirúrgico con placa volar a un grupo y un tratamiento ortopédico a otro. Nosotros hemos tomamos los datos de los pacientes tratados quirúrgicamente a los 12 meses de evolución y los hemos reflejado en la tabla 4.

Por su parte Saving (178) evalúa 119 pacientes mayores de 70 años, a los 12 meses, tratados también con placa volar, grupo que incluimos en la tabla, frente a tratamiento ortopédico y que incluye fracturas de los tipos A, B y C de AO.

Martínez-Méndez (275) estudia 97 pacientes mayores de 60 años, con fracturas tipo C de AO y también compara el tratamiento quirúrgico vs ortopédico tomando los datos a los 24 meses de seguimiento.

Chan (276) también estudia la diferencia de tratamiento quirúrgico con placa volar vs ortopédico en mayores asiáticos de más de 65 años con un seguimiento de 12 meses con un control a los 6 meses, de donde hemos tomado los datos de la tabla 4 y que incluye fracturas A y C en 75 pacientes de los cuales 40 fueron intervenidos quirúrgicamente.

Arora (277) en su estudio de 2012 sobre tratamiento quirúrgico con placa volar vs ortopédico en pacientes mayores de 65 años presenta, a los 6 meses los resultados que se muestran, no indicando la clasificación de las fracturas incluidas en el trabajo.

Sirniö (278) presenta un estudio para pacientes de más de 50 años, con fracturas tipo A y C de AO, sobre 80 pacientes 38 de los cuales fueron

tratados con placa volar recogiendo los resultados a los 24 meses de seguimiento.

Egol (279) realizó su estudio de 90 pacientes de más de 65 años tratados con inmovilización, si los controles eran inadecuados se les ofrecía tratamiento quirúrgico, los que lo rechazaban seguían con inmovilización y los que aceptaban eran intervenidos con distintos tipos de síntesis en fracturas tipo A, B y C de AO. El seguimiento es de 12 meses, reflejamos en la tabla los que se sometieron a intervención en su valoración a los 6 meses.

Por último señalar que en nuestro estudio tres pacientes requirieron extracción de material una vez consolidada la fractura y con más de 6 meses de seguimiento, lo que está en consonancia con lo que señala la literatura (155,188).

ESTUDIOS	AP	LATERAL	ALTURA	FUERZA	PRWE	DASH	EVA	FLEX	EXT	CUBITAL	RADIAL	PRONACION	SUPINACION
Resultados	22.30±3.41	10.79±4.96	10, 29±0,30	22 kg (20-32)	19,76±16,4	22,83±18,14	2.06±1,66	80(58,75-81,21)	80(60-80)	20(20-25)	10(10-15)	87,50(85-90)	87,50(85-90)
Bartl	20.3 ± 4.5	5.1 ± 6.7				14.0 ± 16.1		8.2 ± 11.9	7.5 ± 11.7	4.4 ± 7.5	3.9 ± 6.3	2.5 ± 5.9	2.8 ± 5.6
Saving	19±8	1±9	0,5±1,3	96,0±23,7%	12,7±15	15±17,0		63±13	55±11	30±11	22±4	85±9	96±16
Martinez-Mendez	19	8	9	73%	17	16	2	54	57			84	85
Ying-Ho Chan	18.5 (0:7)	6.2		76,85±19,1%		6.7		103±16,1				167±13,3	
Arora	21,2±2,6	3,0±7,2		19,8±7,4Kg	27,7±32,0	12±14	1,3±1,7	51±11	55±11	33±9	20±7	84±8	83±9
Sirmiö						7,2		71°		28°			
Egol	21,1±3,5	6,8±11,2		27,2±17,2Kg		18,1±23,3	1,8±2,2	48,9±14	50,2±16	25,5+/-9,0	17±7,2	80,7±12,8	80,0±10,5
Dong Hao Toon	21,6±6,1	5,6±8,9	9,6±3,3	83,29±14%		16,2±17,4	1,8±1,6	67,5±13,7	67,5±13,2	22,8+/-8,0	15,6±7,3		
Sharma	17.89 ± 0.82	8.36 ± 1.02	8.22 ± 0.62	84.76 ± 6.97%		4.96		71.90 ± 5.35	80.76 ± 5.58				
Selles	24±3	5±3	11,2	22 Kg	9	5		77	78	20	15	85	85
Chung								91%	95%	98%	99%	99%	104%

Tabla 4. Resultados Generales.

RESULTADOS

11.- RESULTADOS

Para el estudio final de los resultados hemos dividido a los pacientes intervenidos sin impresión 3D previa (control) y los hemos denominado, para una más fácil comprensión, como **Sin Modelo** (SM) y en los que hemos realizado un modelo previo (caso) los denominamos **Con Modelo** (CM).

.- Variables Sociodemográficas

De los 15 pacientes intervenidos sin modelo (SM) 10 fueron mujeres (66,7%) y 5 (33,3%) varones, y los 15 intervenidos con modelo (CM) fueron 9 mujeres (60,0%) y 6 varones (40%) (Figura 1. Resultados).

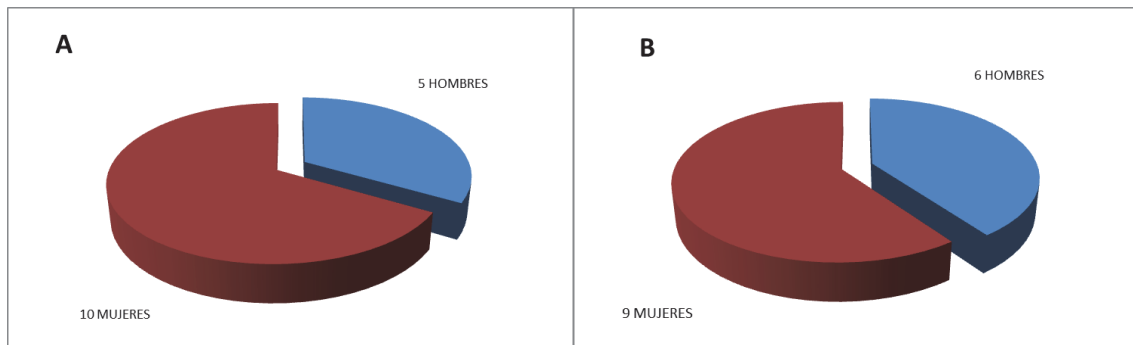


Figura 1. Resultados. Sexo. (A Sin Modelo, B Con Modelo).

La lateralidad en los pacientes SM fue de 10 muñecas izquierdas (66,7%) por 5 derechas (33,3%) y en los CM 8 izquierdas (53,3%) por 7 muñecas derechas (46,7%) (Figura 2).

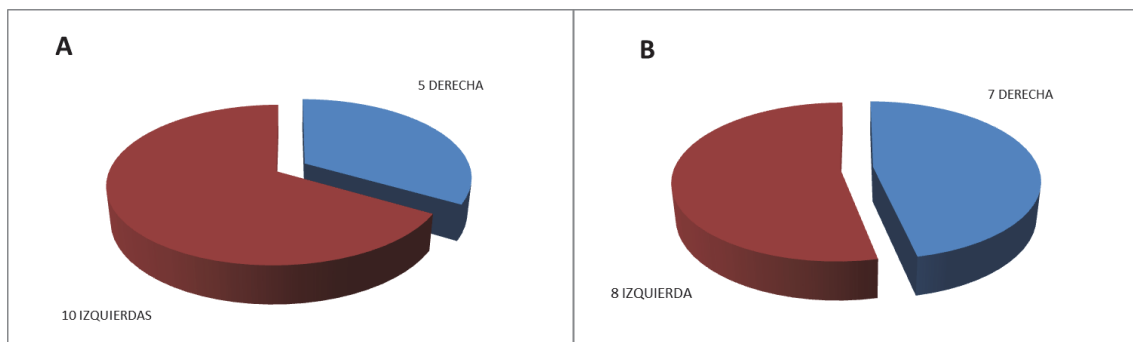


Figura 2. Resultados. Lado. (A Sin modelo, B Con Modelo).

La lesión se produjo en la extremidad dominante en 5 casos (33,3%) y en el no dominante en 10 casos (66,7%) en el grupo SM, en el grupo CM el lado dominante se vio afectado en 8 casos (53,3%) frente al no dominante que se fracturó en 7 ocasiones (46,7%).

La edad media en los pacientes SM fue de $60,6 \pm 7,7$ años con un máximo de 71 y un mínimo de 47 años, por su parte el CM tuvo una edad media de $54,1 \pm 13,8$ años con un máximo de 75 y un mínimo de 37 (Gráfico 1).

Se indica en rosa los casos SIN MODELO y en verde los casos CON MODELO.

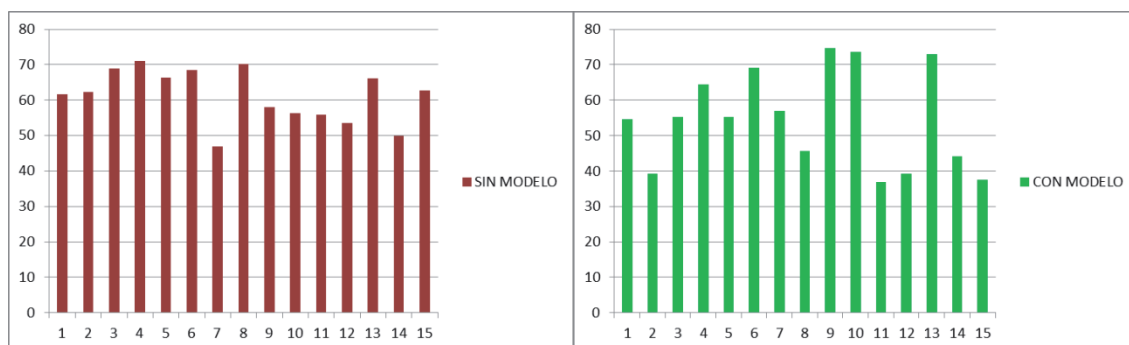


Gráfico 1. Resultados. (Edad)

Las patologías asociadas quedan reflejadas en la tabla 4 tanto para los pacientes el grupo sin y con modelo. (Tabla 1).

COMORBILIDADES	COMORBILIDADES
ARTRODESIS LUMBAR. LIGAMENTOPLASTIA RODILLA.DEPRESION	HTA.OBESIDAD.HISTERECTOMIA
ARTRODESIS LUMBAR	ARTRODESIS LUMBAR.UROLITIASIS
HTA.OSTEOPOROSIS HISTERECTOMIA.CISTOCELE.	HTA. FRACT. HUMERAL. Ca. BASOCELULAR
STC. ROTURA MANGUITO ROTADOR BILATERAL.HTA	HIPOTIROIDISMO.ULCUS GÁSTRICO.
HALLUX VALGUS	SÍNDROME ANSIOSO DEPRESIVO
HERNIA DE HIATO. EPENDICECTOMIA.PATOLOGIA OVÁRICA.	STC.FISURA ANAL
HERNIA INGUINAL. LESION EN CODO.	HERNIA L4/L5
PTC.OSTEOPOROSIS. INSOMNIO.	MIGRAÑA. OFORECTOMÍA
MIGRAÑA. OFORECTOMÍA	NO REFIERE
ESCLEROSIS MÚLTIPLE . HIPOTIROIDISMO. APENDICECTOMIA.	AMIGDALECTOMIA. VARICES.
STC. URTICARIA	NEUMOTORAX.
NO REFIERE	NO REFIERE
AMIGDALECTOMÍA. HISTERECTOMÍA.	HTA
MELANOMA. COLECISTECTOMÍA.	FRACT. CODO Y TOBILLO. EPICONDILITS BILATERAL.
CA. TIROIDES.HTA	NO REFIERE

Tabla 1. Resultados. (Morbilidad).

La actividad de los pacientes en cuanto a su profesión y sus hobbies se detalla en las tablas 2 y 3.

OCUPACION	OCUPACION
JUBILADO	AMA DE CASA
AMA DE CASA	EDUCADOR SOCIAL
AMA DE CASA	AUX ADMINIS
BANCA	AMA DE CASA
JUBILADO	LIMPIEZA
AMA DE CASA	AMA DE CASA
INC.TEMP	ADMINISTRATIVA
ADMINISTRATIVA	TECNICA RADIOTERAPIA
ADMINISTRATIVA	JUBILADA
LIMPIEZA	AMA DE CASA
AUXILIAR CLINICA	CAMPO
CAMARERO	REPARTIDOR
AMA DE CASA	JUBILADA
EMPRESARIO	CANTERO
AMA DE CASA	VENDEDOR

Tabla 2. Resultados. (*Ocupación*)

HOBBIES	HOBBIES
OLEO	NO
ANDARINA	NO
YOGA.NATAACION	PESAS
CAZADOR	CORRER
CRUCIGRAMAS	YOGA
NO	NATAACION
NO	PILATES
LECTURA	PUZZLES
MANUALIDADES Y GYM	COSTURA.LECTURA
COSTURA	COCINA
BICICLETA.NATAACION	MONTAÑISMO
NO	SENDERISMO
NATAACION	DIBUJO
BICICLETA/SENDERISMO	NO
COSTURA	BICICLETA

Tabla 3. Resultados. (*Hobbies*)

El mecanismo de acción se trató fundamentalmente de lesiones de baja energía, como caída casual desde su propia altura (Tabla 4).

MECANISMO	MECANISMO
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDACASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDACASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
A. TRÁFICO	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
A. DEPORTIVO	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	CAIDA CASUAL
A. DEPORTIVO	CAIDA CASUAL
CAIDA CASUAL	A. TRÁFICO

Tabla 4. Resultados. (Mecanismo de producción).

- Clasificación de la fractura

En cuanto a la clasificación de las fracturas por grupos al SM le correspondieron 4 fracturas de la Clasificación AO al 2R3C3.2, 6 del 2R3C3.1, 1 del 2R3C2.2, 1 del 2R3C1.2, 1 del 2RC1.1, 1 del 2R3B2.2 Y 1 del 2R3B2.1 y del grupo C M le correspondieron 4 fracturas 2R3C3.2, 8 clasificadas como 2R3C3.1, 1 del 2R3C2.2 y finalmente 2 del 2R3C1.3 (gráfico 2).

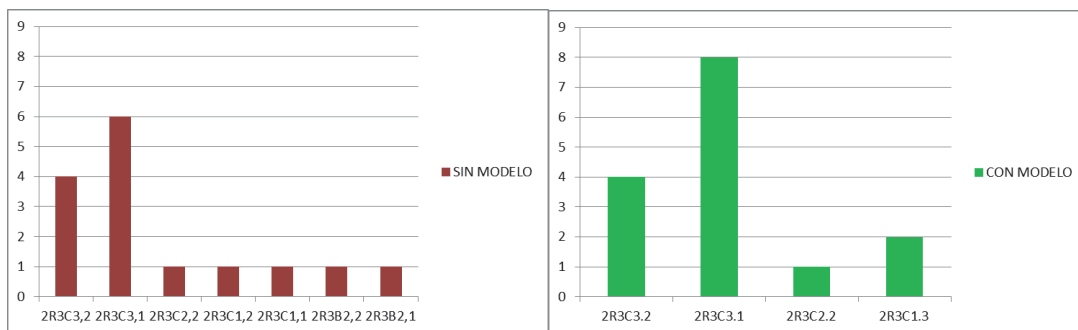


Gráfico 2. Resultados. (Clasificación AO).

En relación a la clasificación de las fracturas con TAC modificada por Nanno esta fue en el grupo SM de 1 del grupo 2; 3 del grupo 3A; 6 del 3B; 4 del grupo 3C y 1 del grupo 4. Por su parte los pacientes CM presentaron 1 del grupo 2; 8 del 3 B; 3 del 3C y 3 se clasificaron como 4 (Gráfico 3).

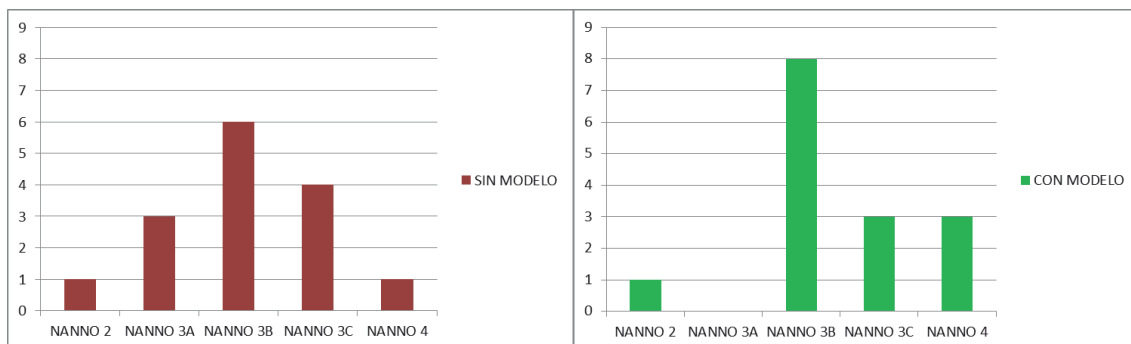


Gráfico 3. Resultados. (Clasificación de Nanno).

Para la correlación estadística hemos agrupado las fracturas en dos grupos, en el primero de ellos hemos reunido las tipo B2 y tipo C grupos 1 y 2 y en el segundo están las pertenecientes al tipo C grupo 3.

Los pacientes SM presentan 5 fracturas del tipo B y tipo C grupos 1 y 2 (33,3%) y 10 al grupo C tipo 3 (66,7%).

Los pacientes CM presentan 3 fracturas del tipo B y tipo C grupos 1 y 2 (20%) y 12 al grupo C tipo 3 (80%).

	SIN MODELO	CON MODELO
B2/C1/C2	5 (33,3%)	3 (20%)
C3	10 (66,7%)	12 (80%)

-.- Tiempo de espera quirúrgico:

El tiempo de espera medio fue en los pacientes SM $8,5 \pm 4,1$ días con un máximo de 14 días y un mínimo de 2 días, para los pacientes CM el máximo de espera fue de 14 días, el mínimo de 3 días y la media de $8,3 \pm 3,6$ (Gráfico 4).

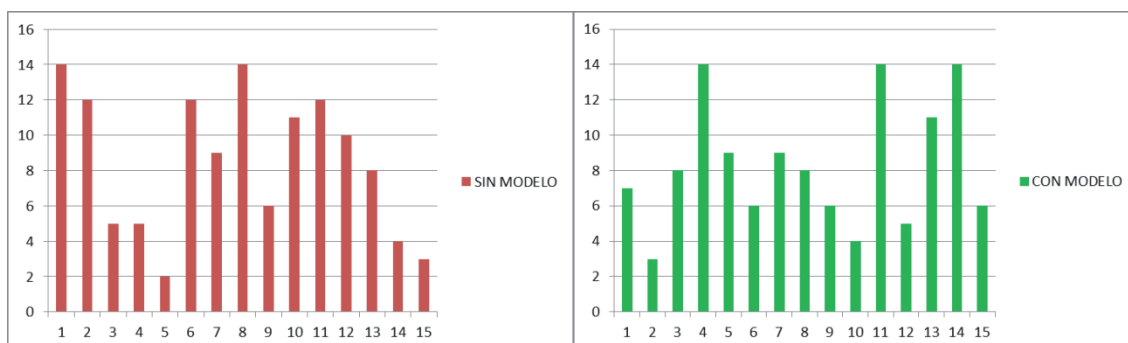


Gráfico 4. Resultados. (Espera quirúrgica).

	SIN MODELO	CON MODELO	P
	% n	% n	
SEXO			
HOMBRE	33,3 (5/15)	40,0 (6/15)	0,705
MUJER	66,7 (10/15)	60,0 (9/15)	
LADO FRCATURADO			
DERECHO	33,3 (5/15)	46,7 (7/15)	0,456
IZQUIERDO	66,7 (10/15)	53,3 (8/15)	
LADO DOMINANTE			
DERECHO	33,3 (5/15)	53,3 (8/15)	0,269
IZQUIERDO	66,7 (10/15)	46,7 (7/15)	
MECANISMO			
TRÁFICO	6,7 (1/15)	6,7 (1/15)	0,341
DEPORTIVO	13,3 (2/15)	0,0 (0/15)	
CASUAL	80,0 (12/15)	93,3 (14/15)	
CLASIFICACION AO			
B2/C1/C2	33,3(5/15)	20,0(3/15)	0,682
C3	66,7 (10/15)	80,0 (12/15)	

	SIN MODELO	CON MODELO	P
EDAD (AÑOS) MEDIA ±DE	60,6±7,7	54,1±13,8	0,126
TIEMPO DE ESPERA(DIAS)MEDIA±DE	8,5±4,1	8,3±3,6	0,887

.- Preparación del modelo y simulación de intervención:

Tras la petición de un modelo impreso, este se obtuvo siempre en un plazo menor a 24 h.

El promedio de tiempo que conllevó la preparación del modelo, reproduciendo la fractura y simulando la intervención fue de 123,86±20.54 min de media (Gráfico 5. Resultados).

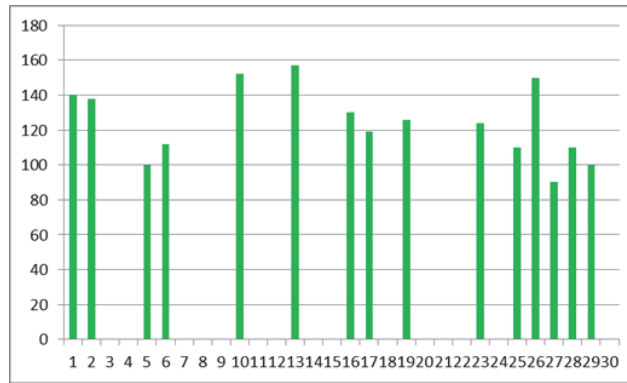


Gráfico 5. Resultados. (Tiempo de preparación y simulación).

TIEMPO DE PREPARACIÓN Y SIMULACIÓN(MINUTOS)MEDIA±DE **123±20,5**

.- Tiempo de isquemia y escopia:

El tiempo de isquemia se distribuyó entre los pacientes SM entre un máximo de 79 min y un mínimo de 45 min, siendo la media de $60,07 \pm 9,11$ minutos. Por su parte el grupo CM presentó el mayor tiempo con 87 min y el menor de 44 min con una media de $61,33 \pm 11,84$ min (Gráfico 6).

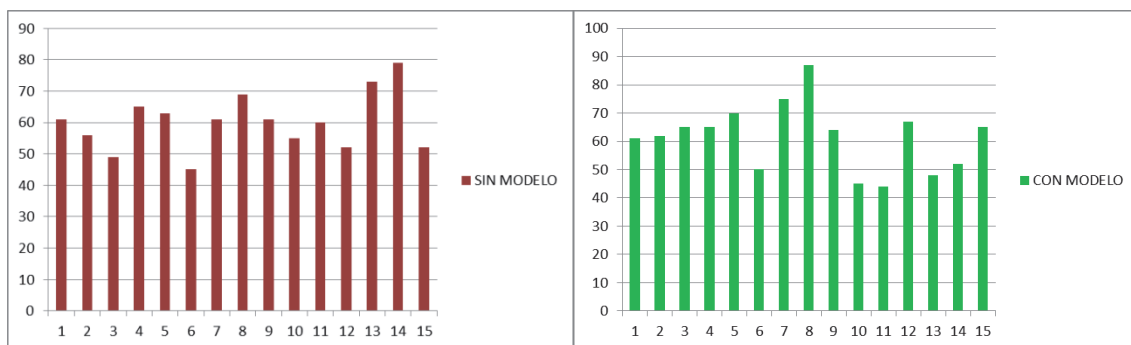


Gráfico 6. Resultados. (Tiempo de isquemia).

El tiempo de escopia en SM varió desde 0.2 a 1.2 minutos, con una mediana de 0.50 (0,27-1,00) minutos, por su parte el tiempo en los pacientes CM fue desde 0.2 a 1.4 con una mediana de 0.42 (0,28-1,00) minutos (Gráfico 7).

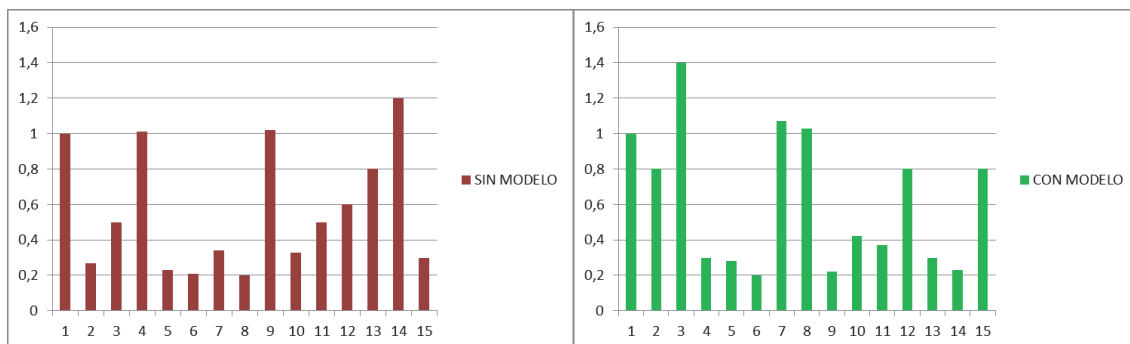


Gráfico 7. Resultados. (Tiempo de escopia).

	SIN MODELO	CON MODELO	P
TIEMPO DE ISQUEMIA(MINUTOS) MEDIA±DE	60,07±9,11	61,33±11,84	0,745
TIEMPO DE ESCOPIA(MINUTOS) MEDIANA(p25-p75)	0,50(0,27-1,00)	0,42(0,28-1,00)	0,819

.- Material de síntesis

En el grupo SM se desecharon por longitud inadecuada 5 tornillos, en 3 pacientes (20%).

En los pacientes CM fueron 5 tornillos distribuidos en 4 pacientes (26%) (Figura 3).

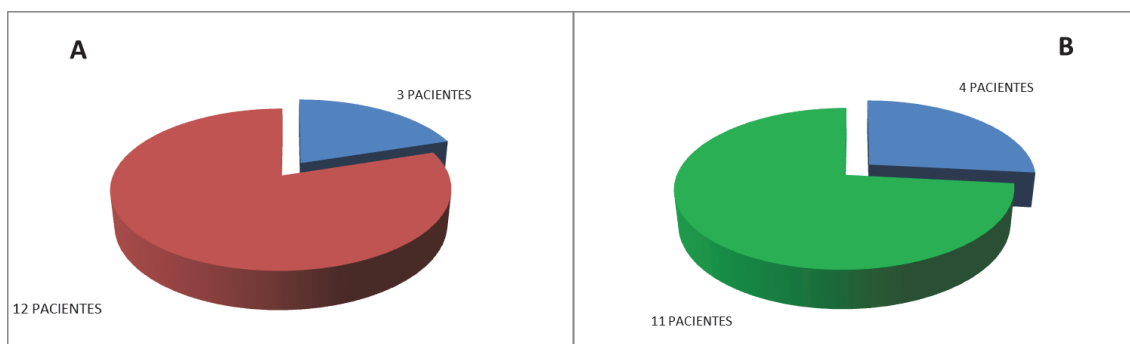


Figura 3. Resultados. (Material desechado, A Sin Modelo, B Con Modelo).

	SIN MODELO	CON MODELO	P
PACIENTES CON MATERIAL DESECHADO	20,0 (3/15)	26,7 (4/15)	1
MATERIAL DESECHADO (Nº DE TORNILLOS) MEDIANA (MIN-MAX)	0,00 (0-2)	0,00 (0-2)	0,779

Se añadió material de síntesis adicional en 2 pacientes SM, consistente en 2 tornillos metafisarios Acutrak© (Figura 4).



Figura 4. Resultados. (*Síntesis extra tornillo Acutrak©*)

Los pacientes CM en 1 ocasión requirieron un tornillo metafisario (planificado tras vista de modelo en rx) de tracción Shyntes © y en otra fractura se cambió el tipo de placa, utilizando una Volar Rim, de Shyntes©, ya que se observó que los tornillos distales no hacían presa en los fragmentos del modelo.

En el grupo SM ningún paciente requirió de inmovilización postoperatoria con férula de yeso y 1 paciente requirió EMO pasados más de 6 meses.

En el grupo CM un paciente requirió una férula de yeso por 3 semanas y 2 pacientes requirieron EMO pasados más de 9 meses.

Ningún paciente presentó complicaciones postoperatorias ni en el seguimiento, como ya quedó descrito.

.- Valoraciones radiológicas postoperatorias

Las mediciones postoperatorias dieron una media de $22,29^{\circ} \pm 3,84$ de ángulo de inclinación radial (Figura 5) con un máximo de $28,8^{\circ}$ y un mínimo de $17,3^{\circ}$ en lo SM, por su parte la media de $24,35^{\circ} \pm 3,59$ con un máximo de $30,1^{\circ}$ y un mínimo de $19,3^{\circ}$ correspondientes al grupo CM (Gráfico 8).

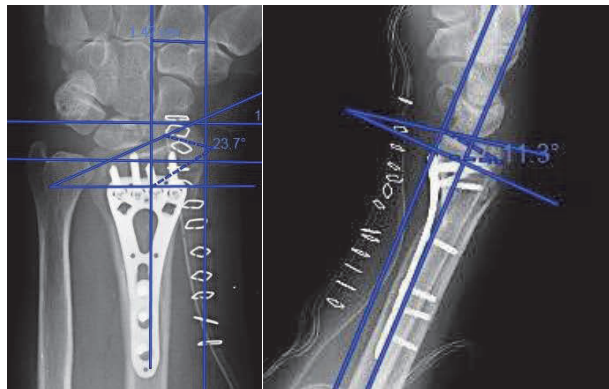


Figura 5. Resultados. (Radiología postoperatoria).

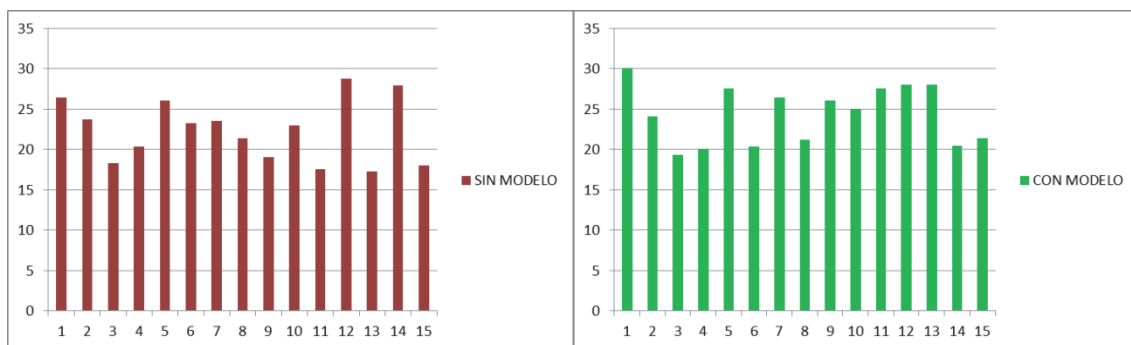


Gráfico 8. Resultados. (Ángulo post-operatorio de inclinación radial).

La medición de la angulación volar o palmar de la superficie articular (Figura 19) en los SM presentó un máximo de $16,9^\circ$ con un mínimo de $7,4^\circ$ y una media de $11,92^\circ \pm 2,4$, en los casos CM el máximo llegó a los 25° y el mínimo a los -1° (1° de inclinación dorsal), con una media de $12,86^\circ \pm 5,81$ (Gráfico 9).

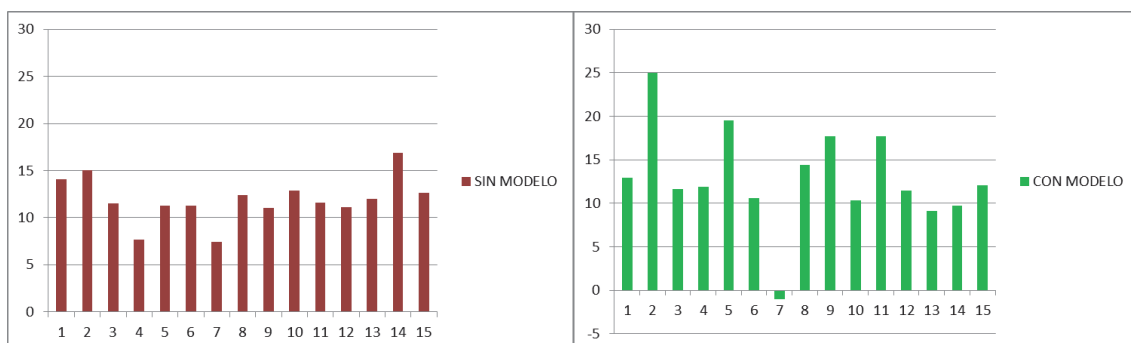


Gráfico 9. Resultados. (Angulación volar o palmar).

La altura radial en los SM tuvo una media de $11,51 \pm 4,05$ mm y en los CM fue de $11,16 \pm 2,23$ mm (Gráfico 10).

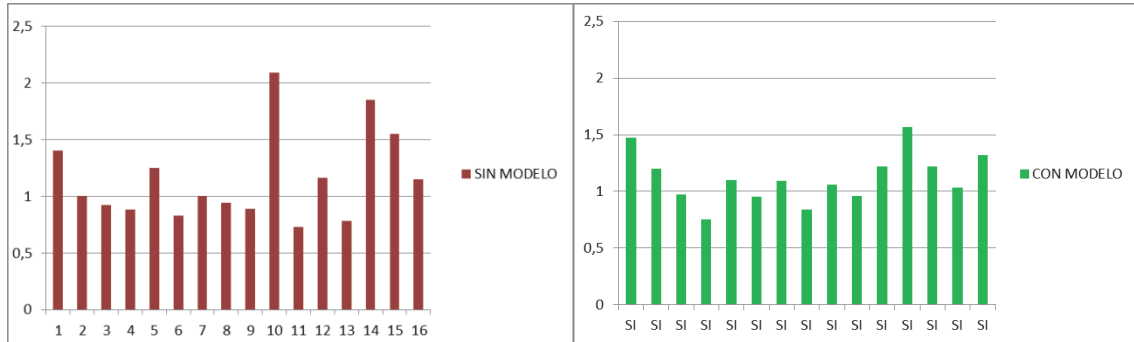


Gráfico 10. Resultados. (*Altura radial*).

El escalón post operatorio se estimó en 1 paciente SM con 2,2 mm.

En el grupo CM 2 pacientes con 1 mm de escalón cada uno (Figura 6. Resultados).

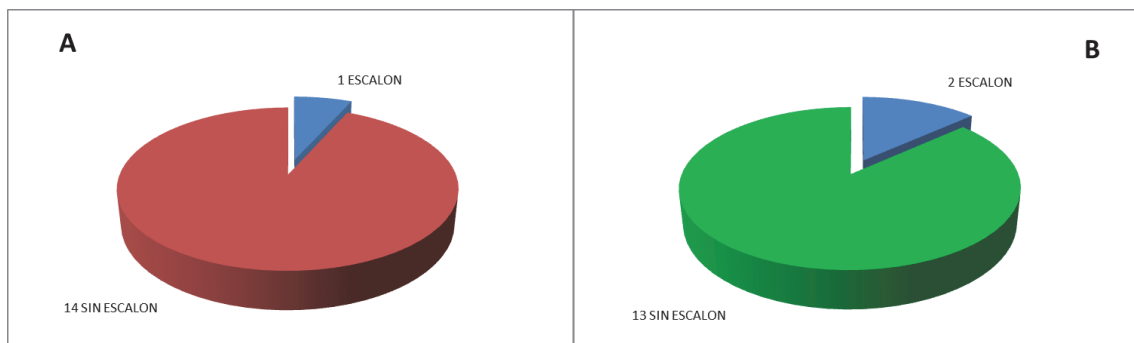


Figura 6. Resultados. (*Escalón articular*).

En los pacientes SM tuvimos 7 cúbitos 0, 1 *minus* y 7 *plus*, siendo la cifra en CM de 10 cúbitos 0, 2 *plus* y 3 *minus* (Figura 7).

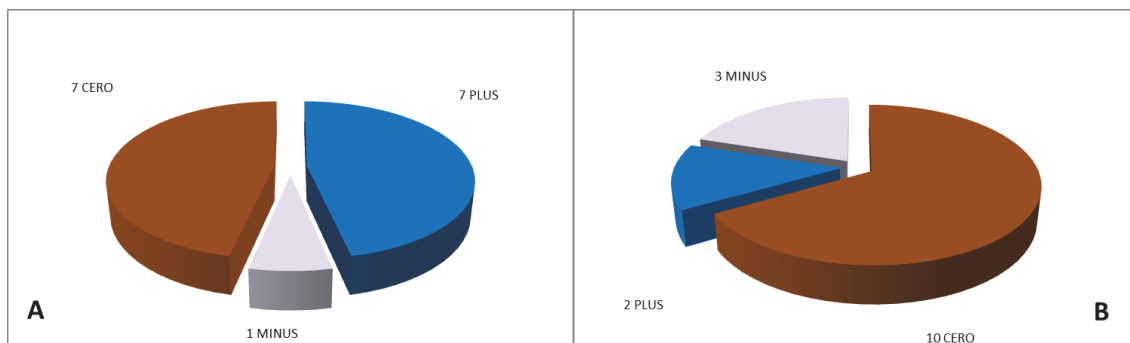


Figura 7. Resultados. (Cúbito plus,0, minus A Sin Modelo, B Con Modelo).

.- Valoraciones radiológicas al final del estudio

El resultado a los 6 meses en cuanto a la medición de parámetros radiológicos sería el siguiente (Figura 8):

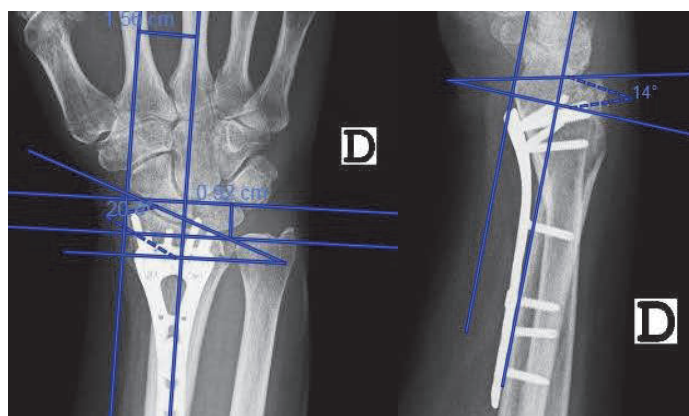


Figura 8. Resultados. (Radiología final).

En la proyección antero posterior el ángulo de inclinación radial fue para el grupo SM de media $22,07^{\circ} \pm 3,16$ con un máximo de $28,7^{\circ}$ y un mínimo de $17,7^{\circ}$, por su parte los pacientes CM tuvieron su máximo y mínimo en $27,4^{\circ}$ y $15,2^{\circ}$ con una media de $22,53^{\circ} \pm 3,74$ (Gráfico 11).

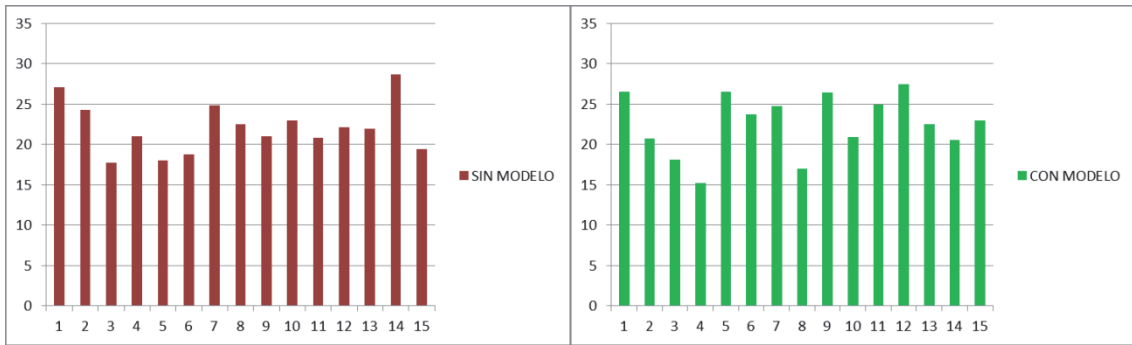


Gráfico 11. Resultados. (Ángulo de inclinación radial final).

El ángulo de inclinación volar en la proyección lateral vario en los SM desde $16,4^{\circ}$ a $5,1^{\circ}$ con una media de $11,20^{\circ} \pm 3,56$, por su parte en los pacientes CM el mínimo fue desde $-6,4^{\circ}$ ($6,4^{\circ}$ de desviación dorsal) a $18,9^{\circ}$ de inclinación volar, con una media de $10,37^{\circ} \pm 6,17$ (Gráfico 12).

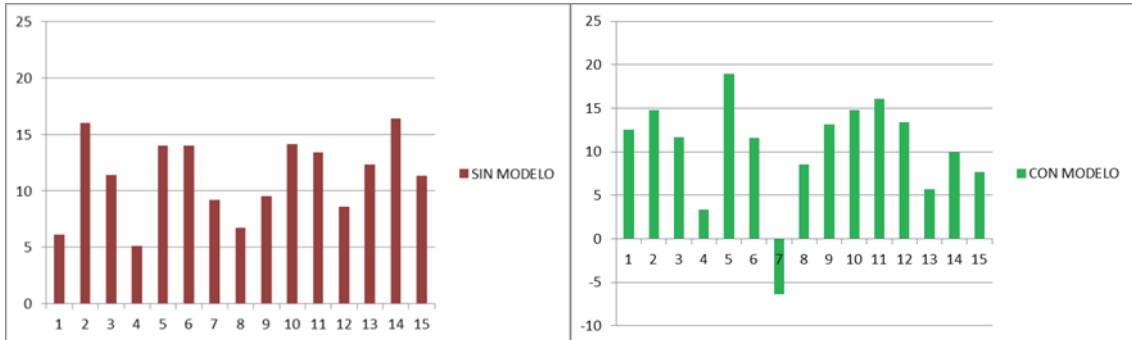


Gráfico 12. Resultados. (Ángulo volar final).

La altura radial de la media de los pacientes SM fue de $10,4 \pm 0,29$ mm y en el grupo CM esta fue de $10,1 \pm 0,32$ mm (Gráfico 13).

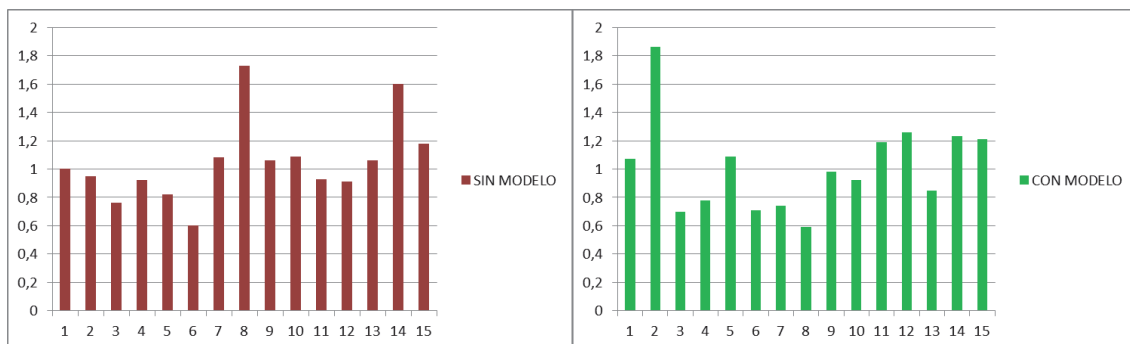


Gráfico 13. Resultados. (Altura radial final).

El escalón final se detectó en 1 paciente del grupo SM y en uno de ellos no se logró determinar si este existía o no, por su parte los CM presentaban escalón en 3 radiografías (figura 9).

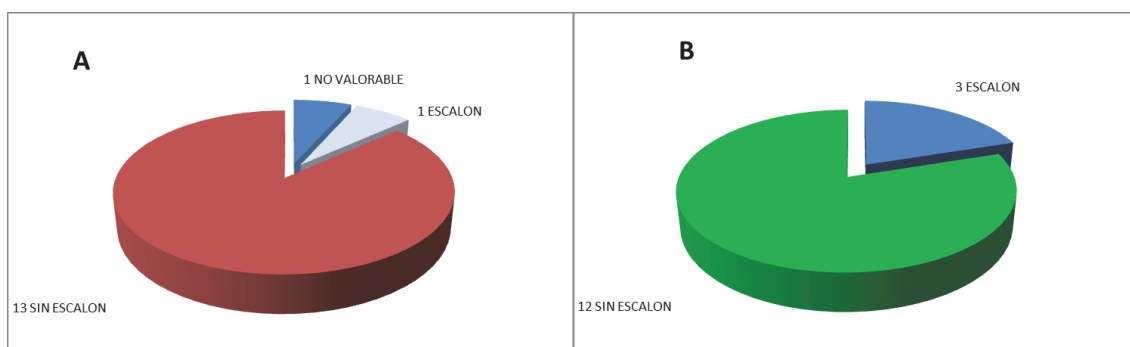


Figura 9. Resultados. (Escalón articular A Sin Modelo, B Con Modelo).

Se objetivó protrusión dorsal de los tornillos en 1 caso SM por ningún caso en el grupo CM.

En ambos grupos la lesión asociada de la estiloides cubital al final del seguimiento fue de 7 pacientes.

	SIN MODELO	CON MODELO	P
ANGULO DE INCLINACIÓN RADIAL(grados)	22,07°±3,164	22,53±3,74	0,719
ANGULO DE INCLINACION VOLAR(grados)	11,20°±3,56	10,37°±6,17	0,654
ALTURA RADIAL(milímetros)	10,5±2,9	10,1±3,2	0,763
ESCALON (MEDIANA (p25-p75))	0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)	0,028

En relación a la clasificación de Soong para determinar la altura de la placa en SM en 1 caso obtuvimos un Soong 2, en 5 casos un Soong 1 y en 9 casos un Soong 0, con respecto al grupo CM, 3 casos de Soong 2, 5 casos Soong 1 y en 7 casos un Soong 0.

SOONG	SIN MODELO	CON MODELO	P
0	9	7	
1	5	5	
2	1	3	
Mediana(p25-p75)	0,00 (0,00-1,00)	1,00 (0,00-1,00)	0,322

.- Movilidad y fuerza

En la movilidad, tras la última revisión, realizada a los 6 meses obtuvimos los resultados siguientes:

La flexión en la muñeca SM tenía una mediana de 80° (50,00-80,00) con un máximo de 90° y un mínimo de 20°, en los paciente CM la mediana correspondió a 80° (50,00-80,00), con máximo de 90° y mínimo de 45° (Gráfico 14).

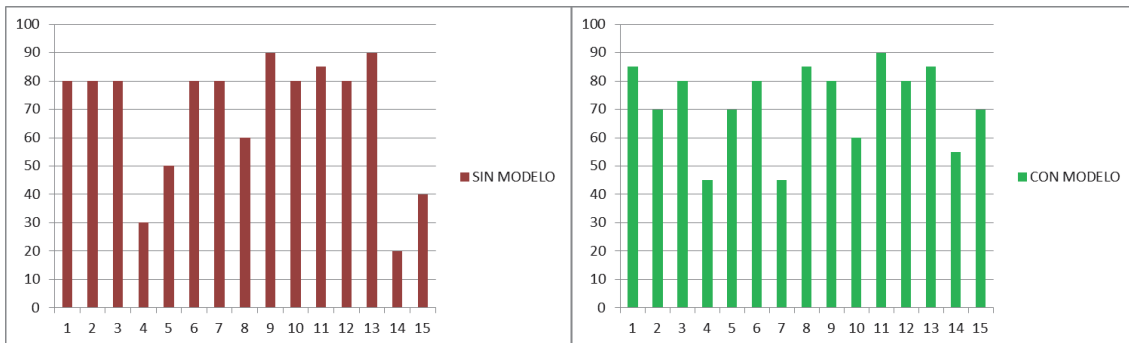


Gráfico 14. Resultados. (Flexión de muñeca).

La extensión varió entre los 90° y los 40° con una mediana de 80° (60,00-80,00) para el grupo SM, los pacientes CM oscilaron entre los 85° y los 45° con una media de 80° (60,00-80,00) (Gráfico 15).

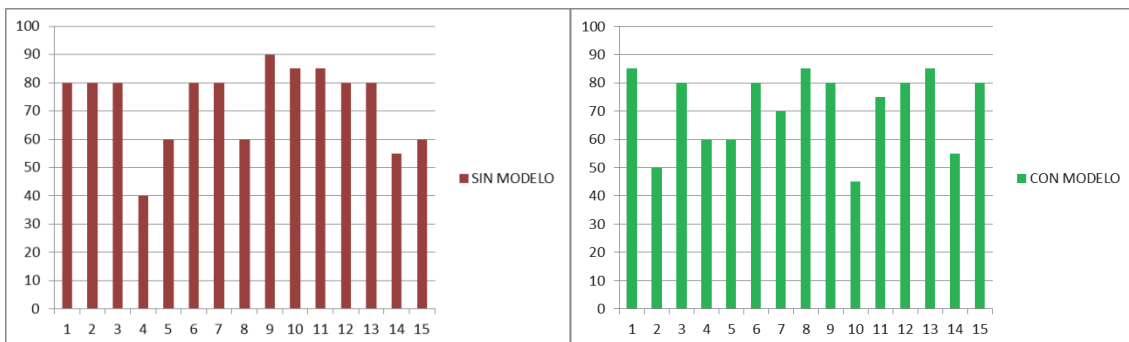


Gráfico 15. Resultados. (Extensión de muñeca).

La desviación cubital en los pacientes SM tuvo una mediana de 20° (20,00-25,00), mientras que en el grupo CM llegó a los 25° (20,00-25,00) (Gráfico 16).

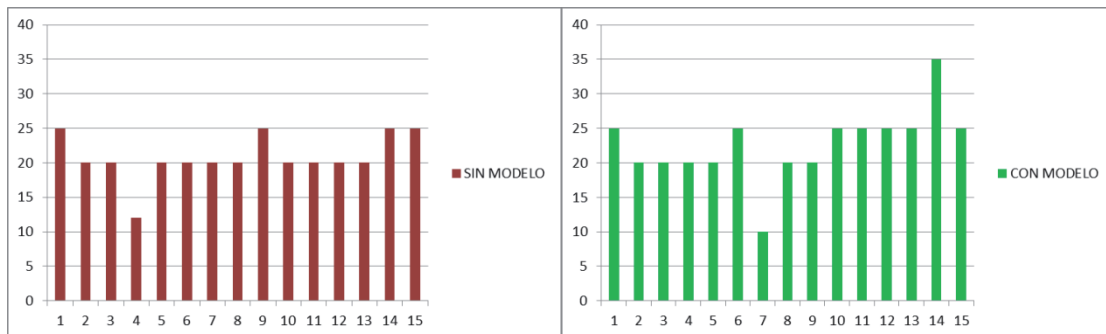


Gráfico 16. Resultados. (*Desviación cubital de muñeca*).

La desviación radial presentó una mediana de 10° (10,00-15,00) para los pacientes SM y para los CM esta mediana fue de 15° (10,00-15,00) (Gráfico 17).

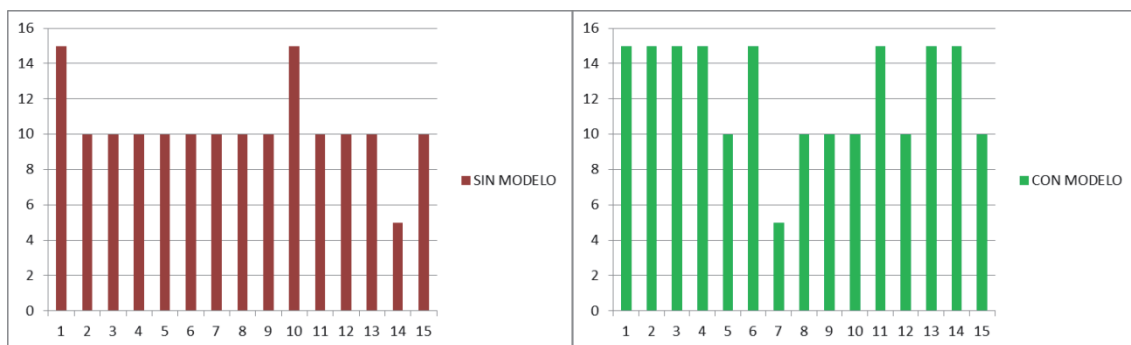


Gráfico 17. Resultados. (*Desviación radial de la muñeca*).

La pronación del grupo CM presento una mediana de 85° (85,00-90,00) y la correspondiente al grupo CM fue de 90° (85,00-90,00).

La supinación ofreció una mediana de 85° (85,00-90,00) al grupo SM y la mediana del grupo CM fue de 90° (85,00-90,00) (Gráfico 18).

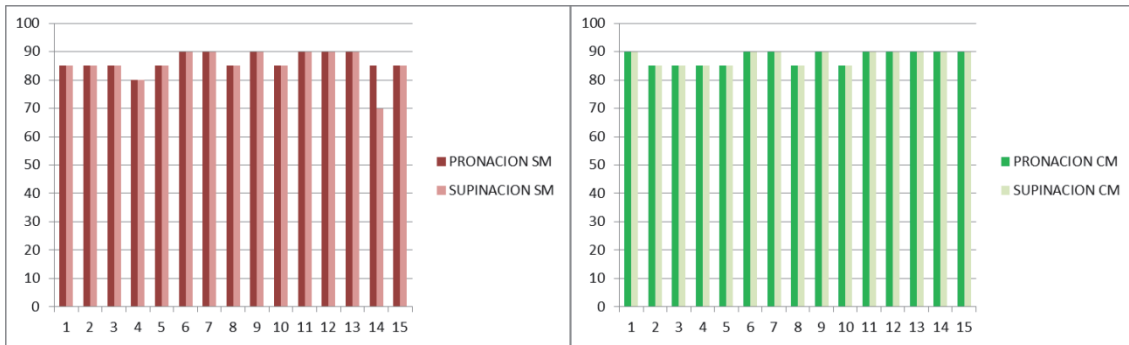


Gráfico 18. Resultados. (Pronación y supinación de la muñeca).

La fuerza, presento una mediana en los pacientes SM de 20 (20,00-30,00) kg por una mediana de 22 (18,00-32,00) kg de los pacientes CM. Señalar que no se discernía entre mano dominante o no (Gráfico 19).

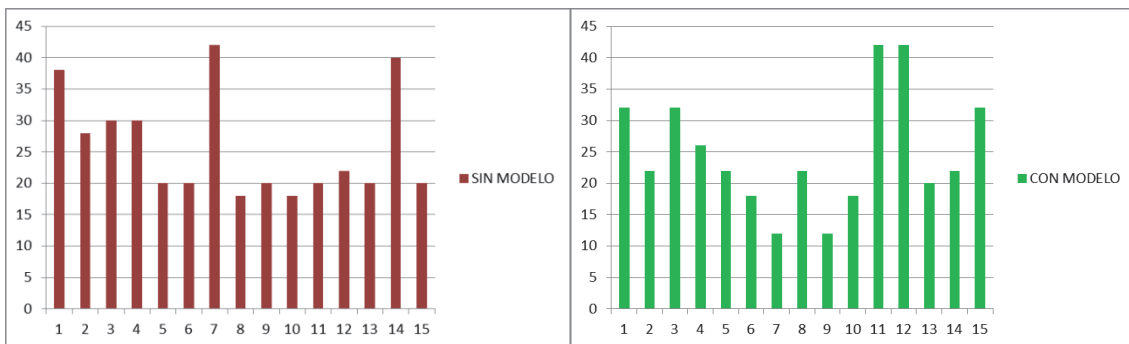


Gráfico 19. Resultados. (Fuerza de muñeca fracturada).

	SIN MODELO	CON MODELO	P
EXTENSIÓN(GRADOS)Mediana (p25-p75)	80,00°(60,00-80,00)	80,00°(60,00-80,00)	0,915
FLEXIÓN(GRADOS)Mediana (p25-p75)	80,00°(50,00-85,00)	80,00°(50,00-85,00)	0,615
DESV. CUBITAL(GRADOS)Mediana (p25-p75)	20,00°(20,00-25,00)	25,00°(20,00-25,00)	0,171
DESV. RADIAL(GRADOS)Mediana (p25-p75)	10,00°(10,00-15,00)	15,00°(10,00-15,00)	0,044
PRONACIÓN(GRADOS)Mediana (p25-p75)	85,00°(85,00-90,00)	90,00°(85,00-90,00)	0,229
SUPINACIÓN(GRADOS)Mediana (p25-p75)	85,00°(85,00-90,00)	90,00°(85,00-90,00)	0,185
FUERZA(KG)Mediana (p25-p75)	20,00(20,00-30,00)	22,00(18,00-32,00)	0,917

En relación a los cuestionarios de evaluación de la muñeca, PRWE y DASH y a la EVA se obtuvieron los resultados siguientes:

.- PRWE

El PRWE nos dio una media en los paciente SM de $16 \pm 9,52$ puntos, con un máximo de 36,5 puntos y un mínimo de 2 puntos, por su parte los adscritos al grupo CM alcanzaron una media de $23,53 \pm 20,95$ puntos, un mínimo de 0 y un máximo de 65,5 puntos. (Gráfico 20).

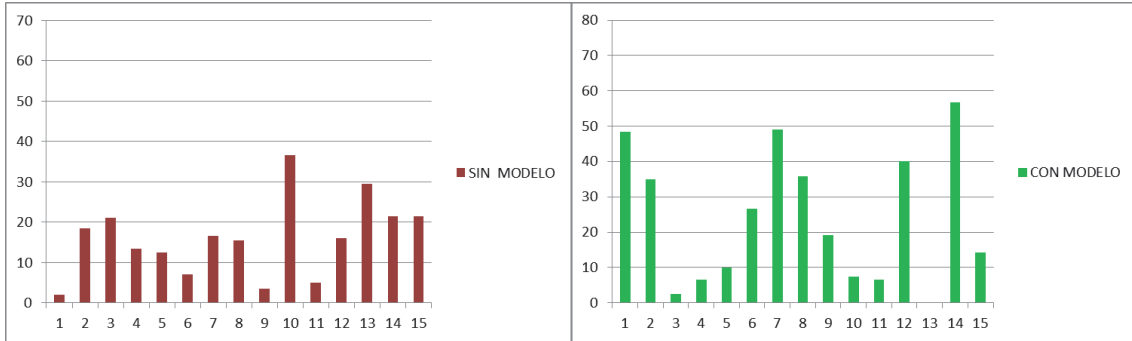


Gráfico 20. Resultados. (*Patient Rated Wrist Evaluation .PRWE*)

.- DASH

En relación al DASH, en los pacientes SM la media fue de $21,77 \pm 17,87$ puntos, con un máximo de 67,5 y un mínimo de 5,83 puntos, por su parte los pacientes CM obtuvieron una media de $23,88 \pm 18,98$ con un mínimo de 0 y un máximo de 56,66 (Gráfico 21).

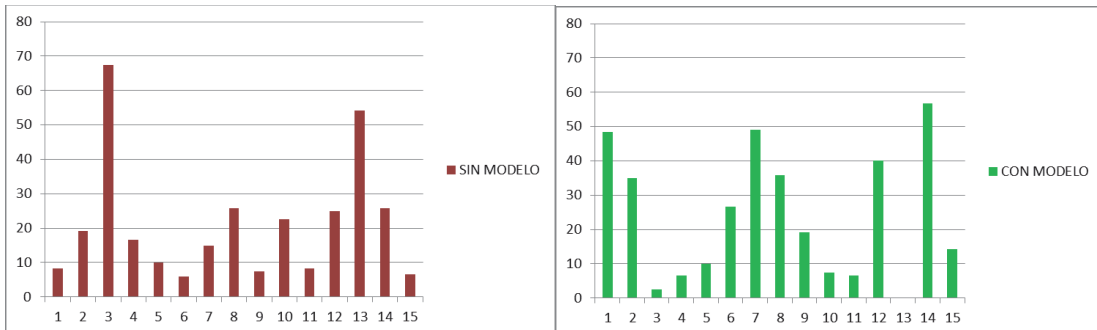


Gráfico 21. Resultados. (*Disability of Arm, Shoulder and Hand. DASH*)

.- EVA

En relación a la EVA, la media en los SM fue de $2,00 \pm 1,41$ puntos y en los CM de $2,13 \pm 1,92$ puntos.(Gráfico 22).

Ninguna de las mediciones obtuvo una significación estadística.

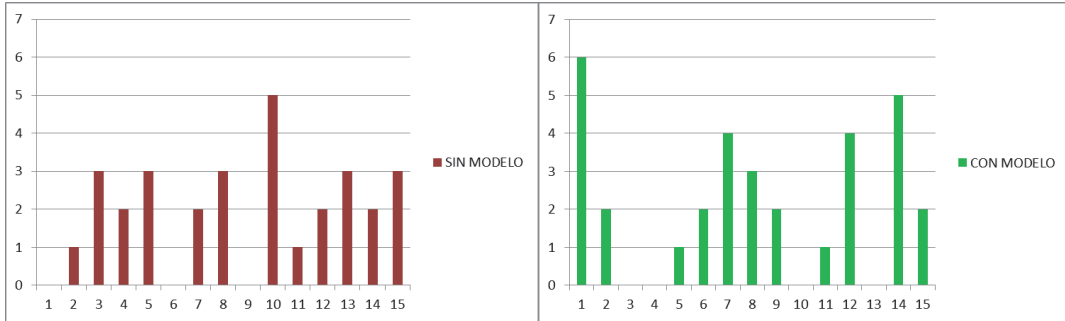


Gráfico 22. Resultados. (*Escala Visual Analógica EVA*).

	SIN MODELO	CON MODELO	P
PRWE	$16,00 \pm 9,52$	$23,53 \pm 20,95$	0,220
DASH	$21,22 \pm 17,82$	$23,89 \pm 18,98$	0,699
EVA	$2,00 \pm 1,41$	$2,13 \pm 1,92$	0,830

DISCUSIÓN

12.- DISCUSIÓN

"Si bien la impresión 3D en la cirugía de la mano aún está en pañales, ofrece nuevas vías en la investigación, la enseñanza y la medicina personalizada. Por estas razones, algunos cirujanos pueden querer subirse al carro de esta tecnología de moda" (280).

Puede tratarse de una tecnología importante en la reducción de la morbilidad quirúrgica y ofrecer un mejor resultado evitando complicaciones asociadas (265), pero se necesitan más investigaciones para determinar si las ventajas equilibran los mayores costos que puede conllevar esta tecnología (281).

En el caso de modelos anatómicos para la planificación preoperatoria puede ayudar a comprender los problemas operatorios con precisión y a planificar y realizar el procedimiento previamente in vitro (259).

Los grupos estudiados fueron de una edad media de $60,6 \pm 7,7$ años para los SM y $54,1 \pm 13,8$ años para los CM, no encontrándose significación estadística ($P=0,126$).

La mayoría de las fracturas en ambos grupos sucedió en la mano no dominante, la izquierda ($p=0,456$).

El mecanismo lesional más frecuente en ambos grupos fue la caída casual sin encontrar significación estadística entre grupos ($p=0,341$).

La distribución de la gravedad de las fracturas, distribuidas por grupos B/C1/C2 por un lado y las C3, más severas, fue similar ($p=0,682$).

El tiempo de espera quirúrgico fue de $8,5 \pm 4,1$ para el grupo SM y de $8,3 \pm 3,6$ días para el CM sin significación estadística ($p=0,887$), no incrementándose con la I-3D al contrario de lo reportado por Dai, en cuyo trabajo el grupo CM tenía una espera mayor que atribuye a la realización del modelo (282). Zheng, por su parte informa de una espera más corta en el grupo CM (283).

En cuanto al coste de la fabricación del modelo, la impresora 3D utilizada en el estudio fue cedida al servicio de Traumatología siendo el precio del material empleado mínimo y el personal necesario para realizar las impresiones fueron médicos residentes de traumatología y este aspecto se encuentra dentro de su proceso formativo.

El tiempo invertido en la preparación del modelo mediante la separación de los fragmentos de la fractura, retirada de los materiales de soporte y materiales y/o sustancias residuales de fabricación que deben eliminarse lo más completamente posible (284) y la posterior simulación de la intervención fue de $123,9 \pm 20,5$ min de media (Figura 1. Discusión), coincidiendo con Shen y cols que lo estiman en $118,50 \pm 15,31$ minutos (12), Chen lo comunica como de 150 min (19) lejos de los 30 min que refieren algunos autores (285,286), aplicándolo solo a la retirada de material de soporte, siendo este proceso poco documentado en la literatura científica.



Figura 1. Discusión. (*Reproducción de fractura y osteosíntesis in vitro*).

Los tiempos de isquemia o quirúrgicos de los dos grupos fueron similares, en los pacientes SM la media fue de $60,07 \pm 7,7$ minutos mientras que en el grupo CM este fue de $61,33 \pm 11,84$ min. ($p=0,745$) no mejorando la I-3D este parámetro. No coincidimos con trabajos previos en relación a fracturas de muñeca (19–21,287) que dan una mejoría en los tiempos quirúrgicos a los grupos CM.

Una revisión sistemática de uso de modelo I-3D para planificación preoperatoria en cirugía cardiovascular, neurocirugía vascular, cirugía

dental, cirugía general, cirugía maxilofacial, neurocirugía, cirugía craneal/orbitaria, ortopedia y cirugía de columna informa que de los 89 estudios revisados 48 (53,93%) mencionaron una reducción del tiempo quirúrgico, dos estudios (2,24%) mencionaron aumento del tiempo de quirófano y 37 (41,57%) no mencionaron ningún impacto en el tiempo de quirófano, de todos los estudios revisados informando de la reducción del tiempo quirúrgico solo 13 respaldaron esta afirmación con números o estadísticas reales (281).

Una revisión sistemática y metanálisis de patología ortopédica concluye que el tiempo intraoperatorio usando modelos impresos se reduce en un 19,85% (10).

En 2021 un metanálisis realizado por Yang et al. también concluye que el tiempo quirúrgico se reduce en los pacientes con modelo impreso (288).

En cuanto al tiempo de escopia en nuestro trabajo los grupos fueron similares ($p=0,819$), siendo los SM de una mediana de 0,50 minutos (0,27-1,00), por su parte el CM fue de 0,42 minutos (0,28-1,00), no coincidiendo con la reducción del tiempo de radiación que comunican otros autores (19,21,287).

La exposición a la radiación ionizante no se mencionó en 77 de las publicaciones (86,51%), 8 mencionaron exposiciones disminuidas y tres publicaciones mencionaron una mayor exposición a la radiación ionizante en la revisión sistemática de la literatura realizada por Tack antes mencionada (281), revisiones sistemáticas posteriores sí informan de una reducción del tiempo de fluoroscopia (10,288).

No hemos encontrado en las publicaciones ninguna referencia al posible ahorro de material de osteosíntesis, fundamentalmente tornillos supra o infradimensionados, nosotros tuvimos el mismo número de material desechado en ambos grupos, siendo de 5 tornillos por grupo ($p=0,779$), referido a 3 pacientes SM y a 4 pacientes CM.

Así en 2 pacientes del grupo SM se perdieron 2 tornillos y en 1 paciente del grupo CM perdimos también 2 tornillos lo que parece indicar

que la dificultad mayor encontrada en la osteosíntesis de una fractura puede conllevar un mayor número de error.

Otro parámetro que hemos encontrado en la literatura y que no hemos incorporado en el estudio, es la pérdida sanguínea, informado de que esta es menor con el uso de la tecnología de la impresión digital (10,267,288,289), incluso en fracturas de muñeca (19,21,287).

En nuestra experiencia la pérdida sanguínea en este tipo de cirugía no es importante y además es de difícil cuantificación, concentrándose esta en los primeros momentos del traumatismo.

Al realizar la intervención con isquemia la pérdida sanguínea no la consideramos un parámetro significativo.

La dificultad de llevar la planificación preoperatoria de la I-3D a la mesa de operaciones estriba, entre otras razones, en que la simulación no contiene todos los factores que pueden darse en un quirófano, como el equipo quirúrgico que ayuda al cirujano en la intervención y que desde un punto de vista empírico es fundamental para que el tiempo quirúrgico o de escopia sea mayor o menor, así como, en muchas ocasiones, no exista pérdida de material.

Además, los modelos están exentos de partes blandas (19) que pueden en ocasiones ayudar a la reducción, o dificultar el posicionamiento de la síntesis, condicionar la dirección precisa de los tornillos, añadiendo la compleja arquitectura del radio distal en su parte dorsal, la dificultad del trazo de fractura y la posibilidad de angulación en la placa elegida de los tornillos distales de hasta 30°, hace que desviaciones de pocos grados en el punto de entrada del tornillo se transformen en varios milímetros en la punta de este y pueda penetrar de forma inadvertida la cortical dorsal por lo que, en fracturas muy complejas, los controles escópicos deben ser frecuentes, se realice la intervención con I-3D o no (Figura 2. Discusión); cuanto menor sea el muro dorsal más posibilidades hay de que ocurra esta eventualidad, lo que sucedió en 1 caso de un paciente del grupo SM (Figura 3. Discusión).

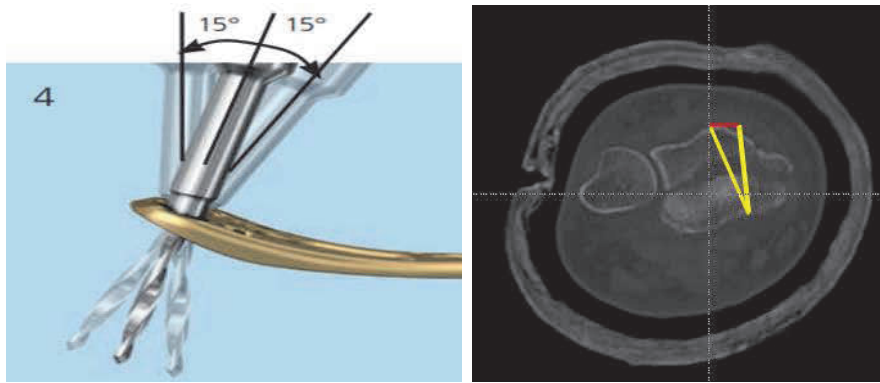


Figura 2. Discusión. (Un cambio de 15° en la entrada del tornillo hace que este se desvíe 0,64 cm, pudiendo penetrar en la cortical dorsal).



Figura 3. Discusión. (Penetración dorsal).

La I-3D si nos varió la elección de placa previa (20,265) a la intervención en un paciente (código 16) el cual por aleatorización correspondía a I-3D y en el cual vimos al realizar la simulación en el modelo que ni la placa ni los tornillos lograban sintetizar la fractura, por lo que decidimos colocar otro modelo de placa, también de Synthes©, que incluimos en el estudio ya que la I-3D fue decisiva en la toma de decisiones para el tratamiento (Figura 4. Discusión).

Este tipo de placa debe apoyar sobre la "watershed line" por lo que en la clasificación de Soong siempre dará un grado II, recomendándose, para evitar una posible lesión de flexores, retirar la placa una vez estemos seguros de que la fractura está consolidada. Este paciente es el que marca 6,4° de inclinación dorsal, en la proyección lateral, la mayor de todo el estudio, realizándose la EMO una vez fusionada la fractura.

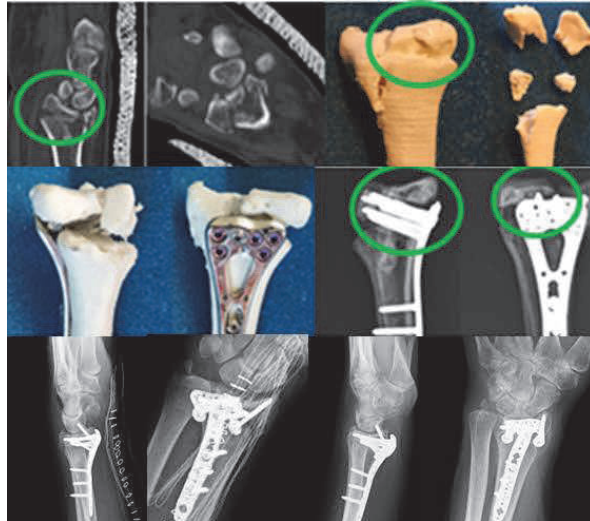


Figura 4. Discusión (En la síntesis del modelo y la radiología se observa que el fragmento volar rim permanece sin fijar).

En el paciente código 31 al realizar el estudio con radiología del modelo vimos la necesidad de incluir un tornillo metafisario para controlar la fractura (Figura 5. Discusión).

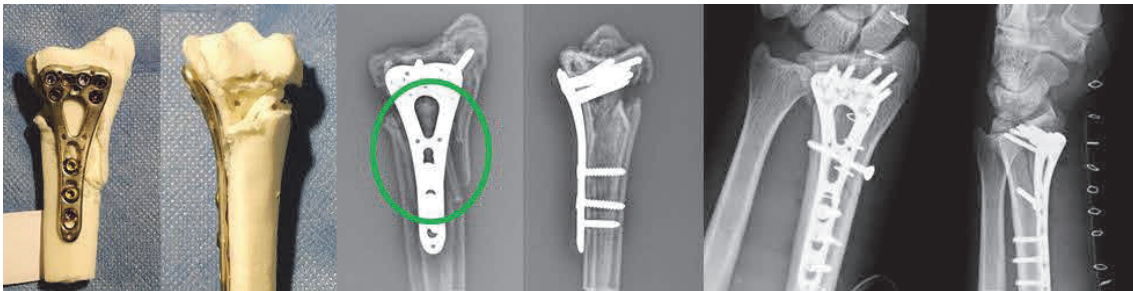


Figura 5. Discusión. (En el estudio Rx del modelo se observa necesidad de tornillo metafisario).

Dos pacientes más requirieron un tornillo Acutrak© (código 15 y 24) para la síntesis de la fractura, siendo necesario el mismo durante la intervención (Figura 6. Discusión).



Figura 6. Discusión. (*Síntesis extra no planificada*).

Ninguno de los dos tipos presentó complicaciones peroperatorias ni en el post operatorio inmediato ni en el seguimiento.

Los casos de extracción del material de osteosíntesis, siempre después de los 6 meses se debieron en dos casos a deseo del paciente y el tercero es el ya citado. El paciente que presentó la protrusión dorsal, hasta la fecha no ha querido retirarse la síntesis y no presenta signos irritativos en los extensores.

El ángulo de inclinación radial fue de $22,07^{\circ} \pm 3,164$ en los SM y de $22,53^{\circ} \pm 3,74$ en los CM ($p=0,719$).

La inclinación volar en los SM presentó $11,20^{\circ} \pm 3,56$ y el de los CM fue de $10,37^{\circ} \pm 6,17$ ($p= 0,654$).

La altura radial fue de $10,5 \pm 2,9$ mms en SM y $10,1 \pm 3,2$ mm en los CM ($p=0,763$).

El escalón articular encontrado al final del estudio radiológico ofreció una $p=0,028$, lo cual representa una significación estadística pero en ambos grupos la mediana fue de 0,0 (0,0-0,0).

Otros parámetros como la amplitud radial o la varianza cubital no ha sido recogidos en el estudio debido a que la radiología de la muñeca contralateral solo se obtuvo en 18 de los 30 casos, no siendo posible una correcta interpretación de estos parámetros (1,86,89).

Las mediciones radiológicas de Chen también concluyen que no se presentan diferencias entre ambos grupos en relación a los parámetros radiológicos (19,287).

Un trabajo publicado por Zheng, sobre fracturas de calcáneo, si refiere mejores resultados con los modelos I-3D en los ángulos de Gissane, Böhler, amplitud y altura del calcáneo en el grupo CM (18).

La clasificación de Soong, que relaciona la posición de la placa en relación a la *watershed line* presenta 10 casos grado 0, 5 casos grado I en SM y en CM 9 casos grado 0, 3 casos grado I y 3 casos grado II. No presenta diferencias estadísticas significativas ($P=0,322$).

Ningún trabajo examinado compara ambos parámetros.

La mediana de la movilidad del grupo SM fue para la extensión $80,00^\circ$ de flexión $80,00^\circ$, $20,00^\circ$ de desviación cubital por $10,00^\circ$ de desviación radial, una pronación de $85,00^\circ$ y una supinación similar.

El grupo CM ofrecieron unas medianas similares de flexión y extensión, una desviación cubital de $25,00^\circ$ con $15,00^\circ$ de desviación radial, pronación de $90,00^\circ$ y supinación de $90,00^\circ$.

Solo la desviación radial presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,044$) con una mayor movilidad en desviación radial para el grupo CM.

La fuerza de agarre obtuvo una mediana de 20,00 kg, por su parte el grupo CM presento una mediana de 22,00 kg, ($p=0,917$).

Otros trabajos publicados sobre fracturas de muñeca tampoco encuentran diferencias significativas entre ambos grupos (19,21,287).

Suang y cols. así como Zheng y cols. tampoco encuentran diferencia en la movilidad en un estudio realizado en el codo (14,290).

La puntuación PRWE fue de $16,00 \pm 9,52$ puntos en SM y $23,53 \pm 3,74$ en CM ($p=0,220$), sin significación estadística.

El DASH fue de $21,22 \pm 17,82$ puntos en SM y de $23,89 \pm 18,98$ puntos en SM ($p=0,699$), sin significación estadística.

En relación a la EVA la media en los SM fue de $2,00 \pm 1,41$ puntos y en los CM de $2,13 \pm 1,92$ puntos ($p=0,830$), sin significación estadística.

La conclusión de Chen, utilizando el cuestionario de Gartland-Werley es que no existe diferencia significativa entre ambos grupos (19,287).

Hay que señalar que los resultados más altos en el PRWE correspondieron a las fracturas clasificadas como 2R3C3.2, es decir las más graves estando por tanto más en relación el resultado a la gravedad de la fractura que a la utilización o no, de modelo I-3D (Tabla 1).

CALSIFICACIÓN A.O.	MODELO	PRWE
2R3B2.1	NO	18,5
2R3B2.2	NO	16,5
		17,5
2R3C1.1	NO	36,5
2R3C1.2	NO	16
2R3C1.3	SI	2
2R3C1.3	SI	5,5
		15
2R3C2.2	NO	21
2R3C2.2	SI	15
		18
2R3C3.1	SI	65,5
2R3C3.1	SI	5
2R3C3.1	NO	12,5
2R3C3.1	SI	7,5
2R3C3.1	NO	15,5
2R3C3.1	NO	3,5
2R3C3.1	SI	36,5
2R3C3.1	NO	5
2R3C3.1	NO	29,5
2R3C3.1	SI	1,5
2R3C3.1	SI	0
2R3C3.1	SI	52,5
2R3C3.1	SI	13,5
2R3C3.1	NO	21,5
		19,25
2R3C3.2	SI	34
2R3C3.2	NO	2
2R3C3.2	NO	13,5
2R3C3.2	NO	7
2R3C3.2	SI	34,5
2R3C3.2	SI	40,5
2R3C3.2	NO	21,5
2R3C3.2	SI	39,5
		24,0625

Tabla 1. Discusión. (Clasificación de fractura y PRWE).

El diseño del estudio no nos ha sido de utilidad en la comunicación médico enfermo, señalado como una de las mayores ventajas de la I-3D (14,18,282,285,291) .

Una de las debilidades de esta tesis es el número de casos, con un número mayor posiblemente las diferencias que aparecen como

significativas en relación a la desviación radial o escalón articular se igualarían con las de una serie más amplia.

La fortaleza de este estudio estriba en la homogeneidad de las series en relación a edad, mecanismo, lado, tiempo de espera, clasificación de la fractura, placa elegida, técnica realizada y que toda la serie fue intervenida por un solo cirujano. Otras fortalezas son el diseño prospectivo, la randomización de la asignación y el cegamiento del estudio tanto del paciente como del investigador que hizo la medición y recogida de datos clínicos y radiológicos (doble ciego).

CONCLUSIONES

13.- CONCLUSIONES.

1. La Impresión 3D de fracturas de extremidad distal de radio no ha mejorado los resultados de la puntuación del cuestionario *Patient Rated Wrist Evaluation* (PRWE) de una forma estadísticamente significativa frente al grupo control.
2. La Impresión 3D de fracturas de extremidad distal de radio no ha reducido el tiempo de intervención, ni el de fluoroscopia, ni ha evitado que se deseché material de osteosíntesis de forma significativa frente al grupo control.
3. La Impresión 3D de fracturas de extremidad distal de radio no ha mejorado los resultados medidos en parámetros radiológicos de forma significativa frente al grupo control.
4. La Impresión 3D de fracturas de extremidad distal de radio no ha mejorado los resultados clínicos en los parámetros de movilidad y fuerza o la puntuación del cuestionario DASH o de la EVA de forma significativa frente al grupo control.
5. La Impresión 3D de fracturas de extremidad distal de radio nos ha servido para analizar la desviación de los fragmentos y sus posibilidades de síntesis. Conforme avanzábamos en el trabajo de esta tesis, la Impresión 3D nos era de ayuda incluso en las fracturas en las que no íbamos a emplear esta tecnología, observando los distintos tipos de desplazamiento y hundimiento de las superficies articulares que habíamos visto en los modelos previos, por lo que consideramos que puede ser útil en la formación y actualización de los cirujanos ortopédicos y traumatólogos.

ANEXOS

14.- ANEXOS

- 1.- COMITÉ DE ÉTICA
- 2.- CUESTIONARIO PRWE
- 3.- CUESTIONARIO DASH
- 4.- FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN
- 5.-TABLAS PRWE, DASH, MOVILIDAD Y FUERZA, RADIOLOGIA, EVA

(Ref. CEIC PI2017/92)

INFORME DEL COMITE ETICO DE INVESTIGACION CLINICA

Reunidos los miembros del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital General Universitario de Alicante, en su sesión del día 29 de Noviembre de 2017, y una vez estudiada la documentación presentada por el **Dr. Pablo Sebastián Giraldo**, Médico Adjunto del Servicio de Traumatología del Hospital General Universitario de Alicante, tiene bien a informar que el proyecto de investigación titulado **"Uso de modelos de impresión 3D para optimizar la reducción quirúrgica de fracturas de extremidad distal de radio"**, se ajusta a las normas deontológicas establecidas para tales casos.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en Alicante con fecha doce de Diciembre de dos mil diecisiete.



Fdo. Mayte Domenech Varón
Secretaria del CEIC

EVALUACION DEL PACIENTE CON ALTERACIONES EN LA MUÑECA

El cuestionario detallado a continuación nos ayudara a comprender la magnitud de su problema de muñeca en la última semana. Usted describirá, en promedio, sus síntomas de muñeca durante la última semana en una escala del 0 al 10. Por favor, responda **TODAS** las preguntas. Si usted no realizo la actividad, por favor **ESTIME** cuanto le hubiese dolido o costado realizarla. Si usted nunca realizo dicha actividad, deje el casillero en blanco.

1. DOLOR

Describa el promedio de dolor de muñeca en la última semana remarcando el número que mejor describa su dolor en una escala del 0 al 10. El cero (0) significa ausencia total del dolor y el diez (10) significa el peor dolor que usted haya experimentado o que no puede realizar la actividad a causa del dolor

Ejemplo de escala 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sin dolor

Máximo dolor

DESCRIBA SU DOLOR

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cuando tiene la mano en reposo											
Al realizar una tarea que implica un movimiento repetitivo de muñeca											
Al levantar un objeto pesado											
Cuando el dolor está en su peor momento											
¿Qué tan seguido experimenta dolor?											

Resultado= /50

Por favor, de vuelta la página...

2. FUNCIÓN

A. ACTIVIDADES ESPECIFICAS

Describa el grado de dificultad que experimento al realizar cada una de las actividades listadas debajo durante la última semana, marcando el número del 0 al 10 que mejor describa su situación. Cero (0) significa que no experimenta ninguna dificultad y diez (10) significa que no puede realizar la actividad de ninguna manera.

Ejemplo de escala 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sin dificultad

Imposible de realizar

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Al dar vuelta la manija de la puerta											
Al cortar carne con un cuchillo con la mano afectada											
Al abrocharse una camisa											
Al levantarse de una silla con la mano afectada											
Al cargar 5 kg con la mano afectada											
Al usar papel higiénico con la mano afectada											

B. ACTIVIDADES COTIDIANAS

Describa el grado de dificultad que experimento durante la última semana al realizar cada una de las actividades listadas a continuación, marcando el número de 0 al 10 que mejor describa su situación. Por "actividades cotidianas" entendemos las actividades que usted realizaba antes de padecer su problema de muñeca. Cero (0) significa que no experimenta ninguna dificultad y diez (10) significa que no puede realizar la actividad de ninguna manera.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividades de cuidado personal (vestirse, lavarse)											
Tareas del hogar (tareas de limpieza)											
Trabajo (su trabajo habitual)											
Actividades de tiempo libre											

Cuestionario DASH

Por favor puntúe su habilidad o capacidad para realizar las siguientes actividades durante la última semana. Para ello marque con un círculo el número apropiado para cada respuesta.

		Ninguna dificultad	Dificultad leve	Dificultad moderada	Mucha dificultad	Imposible de realizar
1	Abrir un bote de cristal nuevo	1	2	3	4	5
2	Escribir	1	2	3	4	5
3	Girar una llave	1	2	3	4	5
4	Preparar la comida	1	2	3	4	5
5	Empujar y abrir una puerta pesada	1	2	3	4	5
6	Colocar un objeto en una estantería situadas por encima de su cabeza.	1	2	3	4	5
7	Realizar tareas duras de la casa (p. ej. fregar el piso, limpiar paredes, etc.)	1	2	3	4	5
8	Arreglar el jardín	1	2	3	4	5
9	Hacer la cama	1	2	3	4	5
10	Cargar una bolsa del supermercado o un maletín.	1	2	3	4	5
11	Cargar con un objeto pesado (más de 5 Kilos)	1	2	3	4	5
12	Cambiar una bombilla del techo o situada más alta que su cabeza	1	2	3	4	5
13	Lavarse o secarse el pelo	1	2	3	4	5
14	Lavarse la espalda	1	2	3	4	5
15	Ponerse un jersey o un suéter	1	2	3	4	5
16	Usar un cuchillo para cortar la comida	1	2	3	4	5
17	Actividades de entretenimiento que requieren poco esfuerzo (p. ej. jugar a las cartas, hacer punto, etc.)	1	2	3	4	5
18	Actividades de entretenimiento que requieren algo de esfuerzo o impacto para su brazo, hombro o mano (p. ej. golf, martillar, tenis o a la petanca)	1	2	3	4	5
19	Actividades de entretenimiento en las que se mueva libremente su brazo (p. ej. jugar al platillo "frisbee", badminton, nadar, etc.)	1	2	3	4	5
20	Conducir o manejar sus necesidades de transporte (ir de un lugar a otro)	1	2	3	4	5
21	Actividad sexual	1	2	3	4	5

		No, para nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
22	Durante la última semana, ¿su problema en el hombro, brazo o mano ha interferido con sus actividades sociales normales con la familia, sus amigos, vecinos o grupos?	1	2	3	4	5
		No para nada	Un poco	Regular	Bastante limitado	Imposible de realizar
23	Durante la última semana, ¿ha tenido usted dificultad para realizar su trabajo u otras actividades cotidianas debido a su problema en el brazo, hombro o mano?	1	2	3	4	5

Por favor ponga puntuación a la gravedad o severidad de los siguientes síntomas.

		Ninguno	Leve	Moderado	Grave	Muy grave
24	Dolor en el brazo, hombro o mano	1	2	3	4	5
25	Dolor en el brazo, hombro o mano cuando realiza cualquier actividad específica	1	2	3	4	5
26	Sensación de calambres (hormigueos y alfilerazos) en su brazo, hombro o mano.	1	2	3	4	5
27	Debilidad o falta de fuerza en el brazo, hombro, o mano	1	2	3	4	5
28	Rigidez o falta de movilidad en el brazo, hombro o mano	1	2	3	4	5

		No	Leve	Moderada	Grave	Dificultad Extrema que me impedía dormir
29	Durante la última semana, ¿cuanta dificultad ha tenido para dormir debido a dolor en el brazo, hombro o mano?	1	2	3	4	5

		Totalmente falso	Falso	No lo sé	Cierto	Totalmente cierto
30	Me siento menos capaz, confiado o útil debido a mi problema en el brazo, hombro, o mano	1	2	3	4	5

MODULO DE TRABAJO (OPTIONAL)

Las siguientes preguntas se refieren al impacto que tiene su problema del brazo, hombro o mano en su capacidad para trabajar (incluyendo las tareas de la casa si ese es su trabajo principal).

Por favor, indique cuál es su trabajo/ocupación: _____

Yo no trabajo (usted puede pasar por alto esta sección)

Marque con un círculo el número que describa mejor su capacidad física en la semana pasada.

¿Tuvo usted alguna dificultad...

		Ninguna dificultad	Dificultad leve	Dificultad moderada	Mucha dificultad	Imposible
1	para usar su técnica habitual para su trabajo?	1	2	3	4	5
2	para hacer su trabajo habitual debido al dolor del hombro, brazo o mano?	1	2	3	4	5
3	para realizar su trabajo tan bien como le gustaría?	1	2	3	4	5
4	para emplear la cantidad habitual de tiempo en su trabajo?	1	2	3	4	5

ACTIVIDADES ESPECIALES DEPORTES/MUSICOS (OPTIONAL)

Las preguntas siguientes hacen referencia al impacto que tiene su problema en el brazo, hombro o mano para tocar su instrumento musical, practicar su deporte, o ambos. Si usted practica más de un deporte o toca más de un instrumento (o hace ambas cosas), por favor conteste con respecto a la actividad que sea más importante para usted.

Por favor, indique el deporte o instrumento que sea más importante para usted:

¿Tuvo alguna dificultad :

		Ninguna dificultad	Dificultad leve	Dificultad moderada	Mucha dificultad	Imposible
1	para usar su técnica habitual al tocar su instrumento o practicar su deporte?	1	2	3	4	5
2	para tocar su instrumento habitual o practicar su deporte debido a dolor en el brazo, hombro o mano?	1	2	3	4	5
3	para tocar su instrumento o practicar su deporte tan bien como le gustaría?	1	2	3	4	5
4	para emplear la cantidad de tiempo habitual para tocar su instrumento o practicar su deporte?	1	2	3	4	5

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

Título USO DE MODELOS DE IMPRESIÓN 3D PARA OPTIMIZAR LA REDUCCIÓN QUIRÚRGICA DE FRACTURAS DE EXTREMIDAD DISTAL DE RADIO. FRAC.

Investigador:

Yo,..... *(nombre y apellidos)*, al firmar abajo

indico que estoy de acuerdo con los siguientes puntos:

- He leído la hoja de información que se me ha entregado
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He recibido suficiente información sobre el estudio
- He hablado con..... *(nombre del investigador)*
- Doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos

Declaro bajo mi responsabilidad que:

Comprendo que la participación es voluntaria

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones
- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

FIRMA DEL PACIENTE

FIRMA DEL INVESTIGADOR

PRWE.

MODELO	COD	REPOSO	REPETICION	LEVANTAR	PEOR	CONSTANCIA	MANIJA	CORTAR	ABROCHARSE	LEVANTARSE	5KG	PAPELHIGIENICO	VESTIRSE	LIMPIEZA	TRABAJO	OCIO	FINAL	
SI	1	1	9	8	9	5	5	10	0	7	10	9	0	9	9	8	65,5	
SI	2	1	5	5	7	2	7	1	0	2	5	6	1	1	4	1	34	
NO	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
NO	4	3	2	1	2	2	1	2	3	2	1	2	1	2	1	2	18,5	
SI	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
SI	6	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	
NO	7	0	2	2	3	2	0	0	5	5	0	0	2	4	0	8	21	
NO	8	0	2	2	3	1	1	2	0	3	0	5	0	0	0	0	13,5	
NO	9	1	1	1	4	3	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	12,5	
SI	10	0	1	1	3	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	7,5	
NO	11	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	7	
NO	12	0	1	3	5	3	0	0	0	0	2	1	1	1	2	2	16,5	
SI	13	4	3	6	4	3	4	4	0	3	4	3	2	4	3	2	34,5	
NO	14	0	0	4	4	3	0	3	0	3	0	0	0	3	0	0	15,5	
NO	15	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3,5	
SI	16	0	3	4	5	5	5	5	5	4	6	2	4	5	7	4	40,5	
SI	18	0	3	5	8	4	1	4	3	2	3	8	2	4	3	3	36,5	
NO	19	0	4	7	8	5	2	2	1	2	8	1	0	4	4	1	36,5	
SI	20	0	4	2	4	1	1	0	0	1	2	0	1	1	1	1	15	
NO	21	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	5	
NO	23	0	1	3	3	2	1	1	0	2	3	2	1	1	3	0	16	
NO	24	0	2	4	6	2	1	3	3	6	4	2	3	3	3	3	29,5	
SI	25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,5	
NO	26	0	2	3	3	1	2	2	3	2	3	1	3	3	2	4	21,5	
SI	27	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	5,5	
SI	28	3	6	5	7	5	3	2	0	1	3	5	3	3	3	4	39,5	
SI	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SI	30	0	6	8	8	5	3	3	3	8	8	8	2	5	8	3	52,5	
SI	31	0	2	0	3	3	0	0	1	1	2	0	2	3	2	0	13,5	
NO	32	1	4	4	3	2	0	2	1	3	1	1	0	3	3	1	21,5	
																	TOTAL	19,7666667

DASH

MODELO	CODIGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	FINAL			
SI	1	5	3	3	3	4	2	5	2	4	5	5	2	2	2	2	4	2	2	2	2	1	1	3	3	4	1	4	4	2	4	48,333			
SI	2	3	4	4	1	2	2	2	2	2	3	4	1	2	2	1	2	4	4	4	4	1	3	1	1	2	3	1	3	1	3	4	35		
NO	3	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	2	2	2	1	1	1	8,3333			
NO	4	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	3	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	3	2	2	1	3	2	1	2	19,16			
SI	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2,5			
SI	6	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	3	6,6667			
NO	7	5	3	2	5	2	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	2	5	3	2	1	4	4	4	3	3	4	3	3	4	67,5			
NO	8	1	2	3	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	16,667			
NO	9	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	10			
SI	10	4	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	10			
NO	11	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5,8333			
NO	12	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	3	1	1	1	1	2	1	4	3	1	1	1	1	2	2	3	2	1	1	2	15			
SI	13	3	2	2	1	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	26,667			
NO	14	3	1	1	1	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	3	3	1	3	1	1	25,833			
NO	15	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	7,5			
SI	16	5	5	4	4	4	2	3	3	2	3	4	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	4	4	2	4	49,167			
SI	18	3	1	2	2	1	2	4	3	2	4	4	2	2	4	2	4	2	4	3	2	1	1	2	2	3	4	2	2	1	2	35,833			
NO	19	3	1	1	2	2	2	3	2	1	3	4	1	1	1	1	1	2	3	2	2	1	2	3	1	2	2	2	2	2	2	22,5			
SI	20	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	1	4	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19,167			
NO	21	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	8,3333			
NO	23	2	1	1	2	2	3	1	1	1	1	3	3	2	2	2	1	1	3	3	3	2	2	2	3	3	1	1	3	3	2	25			
NO	24	1	2	3	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	2	3	3	2	2	2	4	54,167			
SI	25	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	7,5			
NO	26	3	1	2	1	3	2	2	2	1	2	2	1	2	3	2	2	1	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2	3	1	4	25,833			
SI	27	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	6,6667			
SI	28	3	2	3	2	4	2	3	3	3	2	3	3	2	4	2	2	3	2	3	2	2	1	2	2	2	3	4	3	3	3	40			
SI	29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0			
SI	30	4	2	2	2	3	4	5	3	1	4	4	4	2	2	2	3	3	5	5	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	56,667			
SI	31	2	2	1	2	3	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	2	14,167			
NO	32	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	6,6667			
																																		TOTAL	22,55

MOVILIDAD Y FUERZA

codigo	modelo	flex fract	flex sana	ext fract	ext sana	cubi fract	cubi sana	rad fract	rad sana	pron fract	prosana	supinfrat	supsana	fuerza fract	fuerza sana
1	SI	85	85	85	90	25	25	15	15	90	90	90	90	32	42
2	SI	70	70	50	60	20	20	15	15	85	85	85	85	22	30
3	NO	80	85	80	85	25	25	15	15	85	85	85	85	38	45
4	NO	80	85	80	80	20	20	10	10	85	85	85	85	28	32
5	SI	80	80	80	80	20	20	15	15	85	85	85	85	32	38
6	SI	45	60	60	65	20	25	15	15	85	85	85	85	26	32
7	NO	80	80	80	80	20	20	10	10	85	85	85	85	30	35
8	NO	30	50	40	60	12	20	10	10	80	80	80	80	30	38
9	NO	50	60	60	70	20	25	10	10	85	85	85	85	20	22
10	SI	70	85	60	85	20	25	10	10	85	85	85	85	22	28
11	NO	80	80	80	80	20	20	10	10	90	90	90	90	20	24
12	NO	80	80	80	80	20	20	10	10	90	90	90	90	42	48
13	SI	80	80	80	80	25	25	15	15	90	90	90	90	18	22
14	NO	60	80	60	70	20	20	10	10	85	85	85	85	18	20
15	NO	90	90	90	90	25	25	10	10	90	90	90	90	20	28
16	SI	45	90	70	90	10	20	5	10	90	90	90	90	12	24
18	SI	85	90	85	90	20	20	10	10	85	85	85	85	22	26
19	NO	80	85	85	75	20	20	15	15	85	85	85	85	18	20
20	SI	80	80	80	80	20	20	10	10	90	90	90	90	12	14
21	NO	85	90	85	90	20	20	10	10	90	90	90	90	20	28
23	NO	80	95	80	95	20	20	10	10	90	90	90	90	22	28
24	NO	90	90	80	90	20	20	10	10	90	90	90	90	20	22
25	SI	60	80	45	50	25	25	10	10	85	85	85	85	18	20
26	NO	20	55	55	60	25	30	5	15	85	85	70	85	40	58
27	SI	90	80	75	80	25	25	15	15	90	90	90	90	42	48
28	SI	80	85	80	85	25	30	10	15	90	90	90	90	42	46
29	SI	85	85	85	85	25	25	15	15	90	90	90	90	20	22
30	SI	55	65	55	45	35	35	15	15	90	90	90	90	22	28
31	SI	70	90	80	90	25	30	10	10	90	90	90	90	32	40
32	NO	40	50	60	60	25	35	10	15	85	85	85	85	20	35

RADIOLOGÍA

CODIGO	MODELO	AP POST-OP	ESC POST-OP	ALT POST-OP	LAT POST-OP	AP FINAL	ESC FINAL	ALT FINAL	FINAL CUBITO	LAT FINAL	SOONG
1	SI	30,1	0	1,47	12,9	26,5	1,1	1,07	0	12,5	1
2	SI	24,1	1	1,2	25	20,7	0	1,86	0	14,8	2
3	NO	26,4	0	1,4	14,1	27,1	?	1	PLUS	6,1	0
4	NO	23,7	0	1	15	24,3	0	0,95	PLUS	16	0
5	SI	19,3	0	0,97	11,6	18,1	0	0,7	0	11,7	0
6	SI	20,1	0	0,75	11,9	15,2	0	0,78	PLUS	3,3	0
7	NO	18,3	0	0,92	11,5	17,7	0	0,76	PLUS	11,4	1
8	NO	20,3	2,2	0,88	7,7	21	1	0,92	PLUS	5,1	2
9	NO	26	0	1,25	11,3	18	0	0,82	MINUS	14	1
10	SI	27,5	0	1,1	19,5	26,5	0	1,09	0	18,9	1
11	NO	23,2	0	0,83	11,3	18,8	0	0,6	0	14	0
12	NO	23,5	0	1	7,4	24,8	0	1,08	PLUS	9,2	0
13	SI	20,3	0	0,95	10,6	23,7	0	0,71	0	11,6	1
14	NO	21,4	0	0,94	12,4	22,5	0	1,73	PLUS	6,7	1
15	NO	19,05	0	0,89	11	21	0	1,06	PLUS	9,5	0
16	SI	26,4	?	1,09	-1	24,7	0	0,74	0	-6,4	2
18	SI	21,2	0	0,84	14,4	17	2	0,59	0	8,5	2
19	NO	23	0	2,09	12,9	23	0	1,09	PLUS	14,1	1
20	SI	26	0	1,06	17,7	26,4	0	0,98	MINUS	13,1	0
21	NO	17,5	0	0,73	11,6	20,8	0	0,93	0	13,4	0
23	NO	28,8	0	1,16	11,1	22,1	0	0,91	0	8,6	1
24	NO	17,3	0	0,78	12	21,9	0	1,06	0	12,3	0
25	SI	25	0	0,96	10,3	20,9	0	0,92	0	14,8	0
26	NO	27,9	0	1,85	16,9	28,7	0	1,6	PLUS	16,4	0
27	SI	27,5	0	1,22	17,7	24,9	0	1,19	0	16,1	0
28	SI	28	0	1,57	11,5	27,4	0	1,26	0	13,4	0
29	SI	28	0	1,22	9,1	22,5	1	0,85	0	5,7	1
30	SI	20,4	1	1,03	9,7	20,5	0	1,23	PLUS	9,9	0
31	SI	21,4	0	1,32	12,08	23	0	1,21	0	7,7	1
32	NO	18	0	1,55	12,6	19,4	0	1,18	0	11,3	0

EVA

CODIGO	MODELO	EVA
1	SI	6
2	SI	2
3	NO	0
4	NO	1
5	SI	0
6	SI	0
7	NO	3
8	NO	2
9	NO	3
10	SI	1
11	NO	0
12	NO	2
13	SI	2
14	NO	3
15	NO	0
16	SI	4
18	SI	3
19	NO	5
20	SI	2
21	NO	1
23	NO	2
24	NO	3
25	SI	0
26	NO	2
27	SI	1
28	SI	4
29	SI	0
30	SI	5
31	SI	2
32	NO	3

BIBLIOGRAFÍA

15.- BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez F, Valcarcel A, García JP CC. Fracturas del Extremo Distal del Radio. In: Martínez F MP, editor. Técnica Quirúrgicas en Cirugía de la Mano. 2010th ed. S.I., química farmaceutica bayer; 2011. p. 67–91.
2. Koval KJ, Harrast JJ, Anglen JO, Weinstein JN. Fractures of the distal part of the radius: The evolution of practice over time. Where's the evidence? *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2008;90(9):1855–61.
3. Sean Childs, MD, Tobias Mann, MD, MSc, Jason Dahl, MD, John Ketz, MD, Warren C. Hammert, DDS, MD, Peter M. Murray, MD, and John Elfar M. Differences in the Treatment of Distal Radius Fractures by Hand Fellowship Trained Surgeons: A Study of ABOS Candidate Data. *Physiol Behav*. 2017;176(3):139–48.
4. Orbay JL. The treatment of unstable distal radius fractures with volar fixation. *Hand Surg*. 2000;5(2):103–12.
5. Mauck BM, Swigler CW. Evidence-Based Review of Distal Radius Fractures. *Orthop Clin North Am* [Internet]. 2018;49(2):211–22. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2017.12.001>
6. Thorninger R, Madsen ML, Wæver D, Borris LC, Rölfing JHD. Complications of volar locking plating of distal radius fractures in 576 patients with 3.2 years follow-up. *Injury*. 2017;48(6):1104–9.
7. Rampoldi M, Marsico S. Complications of volar plating of distal radius fractures. *Acta Orthop Belg*. 2007;73(6):714–9.
8. Whitaker M. Whitaker M. The history of 3D printing in healthcare. *The Bulletin of the Royal College of Surgeons of England*. 2014;96(7):228-229. *Bull R Coll Surg Engl*. 2015;96(7):17–9.
9. Christensen A, Rybicki FJ. Maintaining safety and efficacy for 3D printing in medicine. *3D Print Med* [Internet]. 2017;3(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s41205-016-0009-5>

10. Morgan C, Khatri C, Hanna SA, Ashrafian H, Sarraf KM. Use of three-dimensional printing in preoperative planning in orthopaedic trauma surgery: A systematic review and meta-analysis. *World J Orthop*. 2020;11(1):57–67.
11. Lal H, Patralekh MK. 3D printing and its applications in orthopaedic trauma: A technological marvel. *J Clin Orthop Trauma [Internet]*. 2018;9(3):260–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.07.022>
12. Shen S, Wang PZ, Li XY, Han X, Tan HL. Pre-operative simulation using a three-dimensional printing model for surgical treatment of old and complex tibial plateau fractures. *Sci Rep [Internet]*. 2020;10(1):1–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-63219-w>
13. Yamine K, Karbala J, Maalouf A, Daher J, Assi C. Clinical outcomes of the use of 3D printing models in fracture management: a meta-analysis of randomized studies. *Eur J Trauma Emerg Surg [Internet]*. 2021;(0123456789). Available from: <https://doi.org/10.1007/s00068-021-01758-1>
14. Zheng W, Su J, Cai L, Lou Y, Wang J, Guo X, et al. Application of 3D-printing technology in the treatment of humeral intercondylar fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(1):83–8.
15. Moldovan F, Gligor A, Bataga T. Integration of three-dimensional technologies in orthopedics: A tool for preoperative planning of tibial plateau fractures. *Acta Inform Medica*. 2020;28(4):278–82.
16. Flecher X, Migaud H. From radiographs to 3D printing: How can new surgical planning technologies contribute to hip surgery? *Orthop Traumatol Surg Res [Internet]*. 2017;103(3):323–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2017.03.004>
17. Keller M, Guebeli A, Thieringer F, Honigmann P. Overview of In-Hospital 3D Printing and Practical Applications in Hand Surgery. *Biomed Res Int*. 2021;2021:4650245.
18. Zheng W, Tao Z, Lou Y, Feng Z, Li H, Cheng L, et al. Comparison of the Conventional Surgery and the Surgery Assisted by 3d Printing Technology in the Treatment of Calcaneal Fractures. *J Investig Surg [Internet]*. 2018;31(6):557–67. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/08941939.2017.1363833>
19. Chen C, Cai L, Zhang C, Wang J, Guo X, Zhou Y. Treatment of Die-Punch Fractures with

- 3D Printing Technology. *J Investig Surg* [Internet]. 2018;31(5):385–92. Available from: <https://doi.org/10.1080/08941939.2017.1339150>
20. Bizzotto N, Tami I, Tami A, Spiegel A, Romani D, Corain M, et al. 3D Printed models of distal radius fractures. *Injury* [Internet]. 2016 Apr [cited 2018 Nov 28];47(4):976–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26876530>
 21. Kong L, Yang G, Yu J, Zhou Y, Li S, Zheng Q, et al. Surgical treatment of intra-articular distal radius fractures with the assistance of three-dimensional printing technique. *Med (United States)*. 2020;99(8):1–5.
 22. Lafontaine M, Hardy D, Delince P. Stability assessment of distal radius fractures. *Injury*. 1989;20(4):208–10.
 23. de la Presentación C. Recuerdo anatómico de la articulación de la muñeca. In: Montaner D, editor. *Tratamiento de las fracturas de radio distal y sus complicaciones*. 2015th ed. 2015. p. 9–13.
 24. Testut L, Latarjet A. Tomo I. In: *Salvat Editores S.A., editor. Anatomía Humana. Segunada i*. Barcelona: 1978; 1978. p. 335-336.608-611.
 25. Norkin C, White D. *Goniometría. Evaluación de la movilidad articular*. 2006th ed. Marban SL, editor. Madrid; 2006. 111–136 p.
 26. Bain G, MacLean S, McNaughton T, Williams R. Microstructure of the Distal Radius and Its Relevance to Distal Radius Fractures. *J Wrist Surg*. 2017;06(04):e1–2.
 27. Zumstein M, Hasan A, McGuire D, Eng K, Bain G. Distal Radius Attachments of the Radiocarpal Ligaments: An Anatomical Study. *J Wrist Surg*. 2013;02(04):346–50.
 28. Imatani J, Akita K, Yamaguchi K, Shimizu H, Kondou H, Ozaki T. An anatomical study of the watershed line on the volar, distal aspect of the radius: Implications for plate placement and avoidance of tendon ruptures. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2012;37(8):1550–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.05.011>
 29. Baratz, M. Schmidt, C. Hughes T. Lesiones de los tendones extensores. In: S.L. ML, editor. *Cirugía de la Mano Green's*. 2007th ed. 2007. p. 188–217.
 30. Bain G, Alexander J, Eng K, Durrant A, Zumstein M. Ligament Origins Are Preserved in Distal Radial Intraarticular Two-Part Fractures: A Computed Tomography-Based Study. *J*

Wrist Surg. 2013;02(03):255–62.

31. Indriago IR, A J, Orbay JL. Aplicación quirúrgica de la anatomía de la extremidad distal del radio : nuevos conceptos. Surgical application of distal radius anatomy : new concepts. Patol del Apar Locomot. 2007;5(supl II).
32. Ferner h SJ. Atlas de Anatomia Humana Sobotta/Becher. 17th ed. S.A. ET, editor. Barcelona; 1974. 214 p.
33. Freeland AE, Jabaley ME, Hughes JL, Freeland AE, Jabaley ME, Hughes JL. Radial Styloid Fractures. Stable Fixation of the Hand and Wrist. 1986. p. 123–6.
34. Daneshvar P, Willing R, Pahuta M, Grewal R, King GJW. Osseous Anatomy of the Distal Radioulnar Joint: An Assessment Using 3-Dimensional Modeling and Clinical Implications. J Hand Surg Am [Internet]. 2016;41(11):1071–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.08.012>
35. Kleinman WB. Stability of the distal radioulnar joint: Biomechanics, pathophysiology, physical diagnosis, and restoration of function. Princ Pract Wrist Surg. 2009;41–55.
36. Martínez F, Morro MR, Mustafa , A, Perez M, León M, Forcada P et al. Anatomía topográfica y funcional de la muñeca, mano y los dedos. In: Gil L MP, editor. Cirugía de la Mano. Madrid: Marban Libros; 2017. p. 1–20.
37. Zancolli E CE. Atlas de anatomía quirúrgica de la mano. Primera. Panamericana EM, editor. Madrid; 1993. 473–493 p.
38. Kijima Y, Viegas SF. Wrist Anatomy and Biomechanics. J Hand Surg Am [Internet]. 2009;34(8):1555–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2009.07.019>
39. Rhee PC, Medoff RJ, Shin AY. Complex distal radius fractures: An anatomic algorithm for surgical management. J Am Acad Orthop Surg. 2017;25(2):77–88.
40. Tyrrell Burrus, M MD; A. Rashard Dacus M. Aaos Comprehensive Orthopaedic Review 2. 2014. 1087–1096 p.
41. M. Tyrrell Burrus, MD; A. Rashard Dacus M. American Academy Of Orthopaedic Surgeons Aaos Comprehensive Orthopaedic Review 2. 2014. 1087–1096 p.
42. Piñal F, Mathoulin C NT. Arthroscopic Management of Ulnar Pain. primera. Heilderberg S-VB, editor. Berlin; 2012. 15 p.

43. Nakamura T, Takayama S, Horiuchi Y, Yabe Y. Origins and insertions of the triangular fibrocartilage complex: A histological study. *J Hand Surg Am.* 2001;26 B(5):446–54.
44. Mohiuddin A, Janjua MZ. Form and function of radioulnar articular disc. *Hand.* 1982;14(1):61–6.
45. García-Elias, M.;Domenech-Mateu J. The Articular Disc of the Wrist.Limits and Relatios. *Acta Anat (Basel).* 1987;128:51–4.
46. Hoppenfield S, DeBoer P. *ABORDAJES EN CIRUGIA ORTOPEDICA.* primera. S.I. M, editor. madrid; 2005. 173–245 p.
47. Ioannis D, Anastasios K, Konstantinos N, Lazaros K, Georgios N. Palmaris Longus Muscle’s Prevalence in Different Nations and Interesting Anatomical Variations: Review of the Literature. *J Clin Med Res.* 2015;7(11):825–30.
48. Holzgrefe RE, Anastasio AT, Farley KX, Daly CA, Amadeus R, Gottschalk MB. Detection of the palmaris longus tendon: physical examination versus sonography. 2020;2019(8):800–4.
49. Jones C, Beredjiklian P, Matzon JL, Kim N, Lutsky K. Incidence of an Anomalous Course of the Palmar Cutaneous Branch of the Median Nerve During Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures. *J Hand Surg Am [Internet].* 2016;41(8):841–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.05.011>
50. Merle M, Dautel G, Loda G. *Mano traumatica urgencias.* primera. S.a. M, editor. Barcelona; 1993. 179–195 p.
51. Townley WA, Swan MC, Dunn RLR. Congenital absence of flexor digitorum superficialis: Implications for assessment of little finger lacerations. *J Hand Surg Eur Vol.* 2010;35(5):417–8.
52. Singh M, Nagrath AR MP. Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J Bone Jt Surg Am.* 1970;52(3):457–467.
53. Linscheid RL. Kinematic considerations of the wrist. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;NO. 202:27–39.
54. Fernández, D. Jupiter J. *Fracturas de Radio Distal. Un abordaje práctico para su manejo.* segunda. Amolca, editor. Madrid; 2005. 2-21;24-52;54-69;130-185 p.

55. Sarrafian SK, Melamed JL, Goshgarian GM. Study of wrist motion in flexion and extension. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;No. 126:153–9.
56. AAOS. American Academy of Orthopaedic Surgeons:Joint Motion of Measuring and Recording. Chicago; 1965.
57. AMA. American Medical Association:Guides to Evaluation of Permanent Impairment. 3, editor. Chicago; 1990.
58. Boone DC, Azen SP. Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 1979;61(5):756–9.
59. Chaparro A, Rogers M, Fernandez J, Bohan M, Choi SD, Stumpfhauser L. Range of motion of the wrist: Implications for designing computer input devices for the elderly. *Disabil Rehabil.* 2000;22(13–14):633–7.
60. Chang DE, Buschbacher LP, Edlich RF. Limited joint mobility in power lifters. *Am J Sports Med* [Internet]. 1988 [cited 2021 Mar 24];16(3):280–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3381987/>
61. Palmer, AK; Werner, FW; Mech M. Biomechanics of the Distal Radioulnar Joint.
62. AMA. American Medical Association:Guides to Evaluation of Permanent Impairment. 3rd ed. Chicago; 1988.
63. Zárraga Á, Valeriana L-Q, Ornedo N, Rodríguez RL, Latorre Grau J. Diseño Y Desarrollo De Un Sistema Para La Valoración De La Movilidad Articular De La Muñeca Mediante Tecnología Inercial [Internet]. 2016. Available from: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/89000/TFG_Alvvaro_15047696490784563027531439537224.pdf?sequence=2
64. Palmer AK, Werner FW, Murphy D, Glisson R. Functional wrist motion: A biomechanical study. *J Hand Surg Am* [Internet]. 1985;10(1):39–46. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023\(85\)80246-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(85)80246-X)
65. Capener N. The hand in Surgery. *J Bone Jt Surg.* 1956;38b(february):128–51.
66. Patrick M. Kane, MDa, Bryan G. Vopat, MDb, P. Kaveh Mansuripur, MDc, Michael P. Gaspar, MDa, d, Scott W. Wolfe, MDe, Joseph J. Crisco, PhDc, and Christopher Got, MDcM. Christopher AMLS. Relative Contributions of the Midcarpal and Radiocarpal

- Joints to Dart Throwers' Motion at the Wrist. *Physiol Behav.* 2016;176(1):100–106.
67. Kamal RN, Starr A, Akelman E. Carpal Kinematics and Kinetics. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2016;41(10):1011–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.07.105>
 68. Shah DS, Middleton C, Gurdezi S, Horwitz MD, Kedgley AE. The effects of wrist motion and hand orientation on muscle forces: A physiologic wrist simulator study. *J Biomech* [Internet]. 2017;60:232–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.06.017>
 69. Moritomo H, Apergis EP, Herzberg G, Werner FW, Wolfe SW, Garcia-Elias M. 2007 IFSSH Committee Report of Wrist Biomechanics Committee: Biomechanics of the So-Called Dart-Throwing Motion of the Wrist. *J Hand Surg Am.* 2007;32(9):1447–53.
 70. Garg R, Kraszewski AP, Stoecklein HH, Syrkin G, Hillstrom HJ, Backus S, et al. Wrist kinematic coupling and performance during functional tasks: Effects of constrained motion. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2014;39(4):634–642.e1. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2013.12.031>
 71. Ruby, L.K. Cooney, W.P. Linscheid, R.L. Chao EYS. Relative motion of selected carpal bones : *J Hand Surg.* 1988;13(1):1–10.
 72. Brumfield, R. Champoux J. A Biomechanical Study of Normal Functional Wrist. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;July/Augus(187):23–5.
 73. Hara T, Horii E, An KN, Cooney WP, Linscheid RL, Chao EYS. Force distribution across wrist joint: Application of pressure-sensitive conductive rubber. *J Hand Surg Am.* 1992;17(2):339–47.
 74. Schuind F, Cooney WP, Linscheid RL, An KN, Chao EYS. Force and pressure transmission through the normal wrist. A theoretical two-dimensional study in the posteroanterior plane. *J Biomech.* 1995;28(5).
 75. Loredó RA, Sorge DG, García G. Radiographic evaluation of the wrist: A vanishing art. *Semin Roentgenol.* 2005;40(3):248–89.
 76. Voche P. Fracturas recientes del radio en el adulto. In: Masson. S.A., editor. *Mano traumática Cirugía secundaria Muñeca traumática. Primera.* Barcelona; 1996. p. 309–79.

77. Weisman TL, Donahue BJ, Fletcher DJ. Radiology of the hand and wrist. Vol. 19, Orthopedics. 1996. p. 957–64.
78. Panthi S, Khatri K, Kharel K, Byanjankar S, Sharma JR, Shrestha R, et al. Radiological and Functional Outcome of Displaced Colles' Fracture Managed with Closed Reduction and Percutaneous Pinning: A Prospective Study. *Cureus*. 2017;9(1):1–12.
79. Chou HY, Steenburg SD, Dunkle JW, Gussick SD, Petersen MJ, Kohli MD, et al. Streamlining emergent hand and wrist radiography with a modified four-view protocol. *Emerg Radiol* [Internet]. 2016;23(4):333–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10140-016-1405-2>
80. Balci A, Basara I, Çekdemir EY, Tetik F, Aktaş G, Acarer A, et al. Wrist fractures: sensitivity of radiography, prevalence, and patterns in MDCT. *Emerg Radiol*. 2015;22(3):251–6.
81. Basha MAA, Ismail AAA, Imam AHF. Does radiography still have a significant diagnostic role in evaluation of acute traumatic wrist injuries? A prospective comparative study. *Emerg Radiol*. 2018;25(2):129–38.
82. Kiuru MJ, Haapamaki V V., Koivikko MP, Koskinen SK. Wrist injuries; diagnosis with multidetector CT. *Emerg Radiol*. 2004;10(4):182–5.
83. Fernández, D. Wolfe S. Fracturas del extremo distal del radio. In: *MARBAN LIBROS SL*, editor. *Cirugia de la Mano Green's*. primera. Madrid; 2007. p. 645–710.
84. De La Torre M, Moreno N, Luis R, Romero A, Moya A. Valoración de resultados en fracturas de radio distal operadas. *Rev Ortop y Traumatol*. 2006;50(5):366–71.
85. Castaing J. Fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius. *Rev Chir Orthop*. 1964;583–696.
86. Mann FA, Wilson AJ, Gilula LA. Radiographic evaluation of the wrist: What does the hand surgeon want to know? *Radiology*. 1992;184(1):15–24.
87. Friberg S, Lundstrom B. Radiographic measurements of the radio carpal joint in normal adults. *Acta Radiol - Ser Diagnosis*. 1976;17(2):249–56.
88. Van der Linden, W; Ericson R. Colles' Fracture Colles' fracture. How should its displacement be measured and how should it be immobilized? *J Bone Jt Surg*.

- 1981;63A(8):1285–8.
89. Jupiter JB. Current concepts review. Fractures of the distal end of the radius. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 1991;73(3):461–9.
 90. García-Elias, M. Geissler W. Inestabilidad del Carpo. In: Marbán, editor. *Cirugía de la Mano Green's*. primera. Madrid; 2007. p. 535–604.
 91. Gilula LA. Carpal injuries: Analytic approach and case exercises. *Am J Roentgenol*. 1979;133(3):503–17.
 92. Gomar F. Fracturas y luxaciones el carpo. In: SABER FGM-S, Científicas P médicas y, editors. *Traumatología (Miembro Superior)*. 1st ed. Valencia; 1983. p. 1485–531.
 93. Selles C, Ras L, Walenkamp M, Maas M, Goslings J, Schep N. Carpal Alignment: A New Method for Assessment. *J Wrist Surg*. 2019;08(02):112–7.
 94. McQueen MM. Redisplaced unstable fractures of the distal radius. *J Bone Jt Surg - Ser B*. 1998;80(4):665–9.
 95. Batra S, Debnath U, Kanvinde R. Can carpal malalignment predict early and late instability in nonoperatively managed distal radius fractures? *Int Orthop*. 2008;32(5):685–91.
 96. Medoff RJ. Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. *Hand Clin*. 2005;21(3):279–88.
 97. Fujitani R, Omokawa S, Iida A, Santo S, Tanaka Y. Reliability and clinical importance of teardrop angle measurement in intra-articular distal radius fracture. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2012;37(3):454–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhssa.2011.10.056>
 98. Haus BM, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults: Reexamined as evidence-based and outcomes medicine. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2009;91(12):2984–91.
 99. Strelzow JA. Comminuted Articular Distal Radius Fractures [Internet]. *Distal Radius Fractures: Evidence-Based Management*. Elsevier Inc.; 2021. 119–145 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-75764-5.00021-4>
 100. Azi ML, Teixeira MB, de Carvalho SF, de Almeida Teixeira AA, Cotias RB. Computed

- tomography vs standard radiograph in preoperative planning of distal radius fractures with articular involvement. *Strateg Trauma Limb Reconstr.* 2019;14(1):15–9.
101. Johnston GHF, Friedman L, Kriegler JC. Computerized tomographic evaluation of acute distal radial fractures. *J Hand Surg Am.* 1992;17(4):738–44.
 102. Bruno F, Arrigoni F, Palumbo P, Natella R, Maggialetti N, Reginelli A, et al. The Acutely Injured Wrist. *Radiol Clin North Am* [Internet]. 2019;57(5):943–55. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2019.05.003>
 103. Heo YM, Roh JY, Kim SB, Yi JW, Kim KK, Oh BH, et al. Evaluation of the sigmoid notch involvement in the intra-articular distal radius fractures: The efficacy of computed tomography compared with plain X-ray. *Clin Orthop Surg.* 2012;4(1):83–90.
 104. Rozental TD, Bozentka DJ, Katz MA, Steinberg DR, Beredjikian PK. Evaluation of the sigmoid notch with computed tomography following intra-articular distal radius fracture. *J Hand Surg Am.* 2001;26(2):244–51.
 105. Souer JS, Wiggers J, Ring D. Quantitative 3-dimensional computed tomography measurement of volar shearing fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2011;36(4):599–603. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.12.026>
 106. Obert L, Loisel F, Jardin E, Gasse N, Lepage D. High-energy injuries of the wrist. *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2016;102(1):S81–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2015.05.009>
 107. Cole RJ, Bindra RR, Evanoff BA, Gilula LA, Yamaguchi K, Gelberman RH. Radiographic evaluation of osseous displacement following intra-articular fractures of the distal radius: Reliability of plain radiography versus computed tomography. *J Hand Surg Am.* 1997;22(5):792–800.
 108. Kleinlugtenbelt Y V, Groen SR, Ham J, Kloen P, Haverlag R, Simons MP, et al. Classification systems for distal radius fractures Does the reliability improve using additional computed tomography? *Acta Orthop* [Internet]. 2017 [cited 2018 Nov 28];88(6):681–7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5694815/pdf/iort-88-681.pdf>
 109. Arealis G, Galanopoulos I, Nikolaou VS, Lacon A, Ashwood N, Kitsis C. Does the CT improve inter-and intra-observer agreement for the AO, Fernandez and Universal

- classification systems for distal radius fractures? *Injury*. 2014 Oct 1;45(10):1579–84.
110. Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius. *Edinburgh Med Surg J*. 1814;10:182.
 111. Ellis H. Abraham Colles: Colles' fracture. *J Perioper Pract*. 2012;22(8):270–1.
 112. Peltier L. Fractures of the distal of the radius. An Historical Account. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;july/Augus(187):18–22.
 113. Slutsky DJ, Osterman AL. Fractures and Injuries of the Distal Radius and Carpus. *Fractures and Injuries of the Distal Radius and Carpus*. 2009.
 114. Eduard Norberto Bayona. Estudio comparativo de la efectividad del tratamiento entre Fijador externo y Osteosíntesis en las fracturas completas del radio distal (tipo 23-C). *Universitat Autònoma De Barcelona*; 2001.
 115. Caldwell RA, Shorten PL, Morrell NT. Common Upper Extremity Fracture Eponyms: A Look Into What They Really Mean. *J Hand Surg Am [Internet]*. 2019;44(4):331–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.07.012>
 116. Smith RW. A Treatise on Fractures in the Vicinity of Joints, and on Certain Forms of Accidental and Congenital Dislocations. [Internet]. Vol. 6, The Medico-surgical review. 1847. p. 137–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29919181><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5101765>
 117. Harness NG, Meals RA. The history of fracture fixation of the hand and wrist. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;(445):19–29.
 118. Jordá López E. Breve historia de la fijación externa. *Rev española cirugía Osteoartic*. 2006;41(225):1–27.
 119. Ellis J. Smith's and Barton's Fractures. *J Bone Jt Surg*. 1965;47B(november):724–7.
 120. Bassett R. Displaced intra-articular fractures. *Clin Orthop*. 1987;214(5):148–52.
 121. Seitz WH, Froimson AI, Leb R, Shapiro JD. Augmented external fixation of unstable distal radius fractures. *J Hand Surg Am [Internet]*. 1991;16(6):1010–6. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023\(10\)80060-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(10)80060-7)

122. Ring D, Jupiter JB, Brennwald J, Buchler U. Prospective multicenter trial of a plate for dorsal fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 1997;22(5):777–84.
123. 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(2):289–99.
124. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: A preliminary report. *J Hand Surg Am.* 2002;27(2):205–15.
125. Delgado PJ, Martínez-Capoccioni DM, Cervera J. Fracturas del radio distal: encuesta sobre preferencias de manejo y tratamiento. *Rev Iberoam Cirugía la Mano.* 2016;44(02):153–153.
126. Abe Y, Fujii K. Arthroscopic-Assisted Reduction of Intra-articular Distal Radius Fracture. *Hand Clin* [Internet]. 2017;33(4):659–68. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2017.07.011>
127. Del Piñal F. Technical tips for (Dry) arthroscopic reduction and internal fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2011;36(10):1694–705. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.07.021>
128. Burnier M, Le Chatelier Riquier M, Herzberg G. Treatment of intra-articular fracture of distal radius fractures with fluoroscopic only or combined with arthroscopic control: A prospective tomodensitometric comparative study of 40 patients. *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2018;104(1):89–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2017.08.021>
129. Kastenberger T, Kaiser P, Schmidle G, Schwendinger P, Gabl M, Arora R. Arthroscopic assisted treatment of distal radius fractures and concomitant injuries. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2020;140(5):623–38. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03373-y>
130. Shapiro LM, Kamal RN, Kamal R, Sox-Harris A, Egol K, Wolinsky P, et al. Distal Radius Fracture Clinical Practice Guidelines—Updates and Clinical Implications. *J Hand Surg Am.* 2021;46(9):807–11.
131. Yamazaki H, Uchiyama S, Komatsu M, Hashimoto S, Kobayashi Y, Sakurai T, et al. Arthroscopic assistance does not improve the functional or radiographic outcome of

- unstable intra-articular distal radial fractures treated with a volar locking plate: A randomised controlled trial. *Bone Jt J.* 2015;97-B(7):957–62.
132. Xu J, Zhang G, He Z, Zhong S, Chen Y, Wei C, et al. Anatomical reduction and precise internal fixation of intra-articular fractures of the distal radius with virtual X-ray and 3D printing. *Australas Phys Eng Sci Med [Internet].* 2019;43(1):35–47. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13246-019-00795-w>
 133. Martin, JS. Marsh J. CURRENT CLASIFICATION OF FRACTURES. Rationale and Utility. pdf. *Radiol Clin NORTH Am.* 1997;35(3):491–506.
 134. Kural C, Sungur I, Kaya I, Ugras A, Ertürk A, Cetinus E. Evaluation of the reliability of classification systems used for distal radius fractures. *Orthopedics.* 2010;33(11):1–7.
 135. Küçük L, Kumbaraci M, Günay H, Karapinar L, Özdemir O. Reliability and reproducibility of classifications for distal radius fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2013;47(3):153–7.
 136. Belloti JC, Tamaoki MJS, da Silveira Franciozi CE, dos Santos JBG, Balbachevsky D, Chap Chap E, et al. Are distal radius fracture classifications reproducible? Intra and interobserver agreement. *Sao Paulo Med J.* 2008;126(3):180–5.
 137. Hunter TB, Peltier LF, Lund PJ. Radiologic history exhibit: Musculoskeletal eponyms: Who are those guys? *Radiographics.* 2000;20(3):819–36.
 138. Fernandez DL. Distal radius fracture: The rationale of a classification. *Chir Main.* 2001;20(6):411–25.
 139. Peltier L. The Classic. Injuries of the wrist. A Radiological study. ÉTIENNE DESTOT. *Instr Course Lect.* 1986;Januray(202):3–11.
 140. Schnependahl J, Windolf J, Kaufmann RA. Distal radius fractures: Current concepts. *J Hand Surg Am [Internet].* 2012;37(8):1718–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.06.001>
 141. Frykman G. Fracture of the distal radius including sequelae--shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand [Internet].* 1967 [cited 2021 Apr 18]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4175195/>

142. Melone CP. Articular fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* [Internet]. 1984 [cited 2021 Apr 18];15(2):217–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6728444/>
143. Müller, M.E. Allgöwer, M. Schneider, R. Willenegger H. Apendice A. Clasificación intergrada de las fracturas de los huesos largos. In: Ibérica S-V, editor. *Manual de Osteosíntesis Técnicas Recomendadas por el Grupo de la AO*. tercera en. Berlín; 1993. p. 118–58.
144. Kellam, J, F. Meinberg, E, G. Agel J et all. Fracture And Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018;32(1):S1–170.
145. Nanno M, Kodera N, Tomori Y, Takai S. Volar locking plate fixation for intra-articular distal radius fractures with volar lunate facet fragments distal to the watershed line. *J Nippon Med Sch*. 2020;87(1):24–31.
146. Hozack BA, Tosti RJ. Fragment-Specific Fixation in Distal Radius Fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2019;12(2):190–7.
147. Wilson J, Viner JJ, Johal KS, Woodruff MJ. Volar Locking Plate Fixations for Displaced Distal Radius Fractures: An Evaluation of Complications and Radiographic Outcomes. *Hand*. 2018;13(4):466–72.
148. Lee DY, Park YJ, Park JS. A meta-analysis of studies of volar locking plate fixation of distal radius fractures: Conventional versus minimally invasive plate osteosynthesis. *CiOS Clin Orthop Surg*. 2019;11(2):208–19.
149. Zhang X, Zhang Y, Fan J, Yuan F, Tang Q, Xian CJ. Analyses of fracture line distribution in intra-articular distal radius fractures. *Radiol Medica* [Internet]. 2019;124(7):613–9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11547-019-01025-9>
150. Gehrman S V., Windolf J, Kaufmann RA. Distal Radius Fracture Management in Elderly Patients: A Literature Review [Internet]. Vol. 33, *Journal of Hand Surgery*. *J Hand Surg Am*; 2008 [cited 2021 May 2]. p. 421–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18343302/>
151. Sjøsborg-Würtz H, Gellert SC, Erichsen JL, Viberg B. Closed reduction of distal radius fractures: A systematic review and meta-analysis. *EFORT Open Rev*. 2018;3(4):114–20.
152. Handoll HH, Madhok R. Conservative interventions for treating distal radial fractures in

- adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003 Apr 22;
153. Knirk, J.L., Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Jt Surg.* 1986;68-A(5):647–59.
 154. Chaudhry H, Kleinlugtenbelt Y V., Mundi R, Ristevski B, Goslings JC, Bhandari M. Are Volar Locking Plates Superior to Percutaneous K-wires for Distal Radius Fractures? A Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(9):3017–27.
 155. Palola V, Ponkilainen V, Huttunen T, Launonen A, Mattila VM. Incidence for volar locking plate removal following distal radius fracture surgery. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2020;(0123456789):6–11. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03565-6>
 156. Moore AM, Dennison DG. Distal radius fractures and the volar lunate facet fragment: Kirschner wire fixation in addition to volar-locked plating. *Hand.* 2014;9(2):230–6.
 157. Bergsma M, Brown K, Doornberg J, Sierevelt I, Jaarsma R, Jadav B. Distal Radius Volar Plate Design and Volar Prominence to the Watershed Line in Clinical Practice: Comparison of Soong Grading of 2 Common Plates in 400 Patients. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2019;44(10):853–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2019.04.012>
 158. Zong S Le, Kan SL, Su LX, Wang B. Meta-analysis for dorsally displaced distal radius fracture fixation: Volar locking plate versus percutaneous Kirschner wires. *J Orthop Surg Res* [Internet]. 2015;10(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-015-0252-2>
 159. Fernandez DL, Geissler WB. Treatment of displaced articular fractures of the radius. *J Hand Surg Am.* 1991;16(3):375–84.
 160. Gereli A, Nalbantoğlu U, Kocaoğlu B, Türkmen M. Comparison of palmar locking plate and K-wire augmented external fixation for intra-articular and comminuted distal radius fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010;44(3):212–9.
 161. Rizzo M, Katt BA, Carothers JT. Comparison of locked volar plating versus pinning and external fixation in the treatment of unstable intraarticular distal radius fractures. *Hand.* 2008;3(2):111–7.
 162. Wei DH, Raizman NM, Bottino CJ, Jobin CM, Strauch RJ, Rosenwasser MP. Unstable

- distal radial fractures treated with external fixation, a radial column plate, or a volar plate: A prospective randomized trial. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2009;91(7):1568–77.
163. Loisel F, Bourgeois M, Rondot T, Nallet J, Boeckstins M, Rochet S, et al. Treatment goals for distal radius fractures in 2018: recommendations and practical advice. *Eur J Orthop Surg Traumatol* [Internet]. 2018;28(8):1465–8. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00590-018-2196-9>
164. Fok M, Klausmeyer M, Fernandez D, Orbay J, Bergada A. Volar Plate Fixation of Intra-Articular Distal Radius Fractures: A Retrospective Study. *J Wrist Surg*. 2013;02(03):247–54.
165. Alluri RK, Hill JR, Ghiassi A. Distal Radius Fractures: Approaches, Indications, and Techniques. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2016;41(8):845–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.05.015>
166. Murray J, Gross L. Treatment of distal radius fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21(8):502–5.
167. Levin LS. Wrist Fractures in Patients 60 Years or Older-To Plate or Cast? *JAMA Netw open*. 2019;2(1):e187078.
168. Sharma A, Pathak S, Sandhu H, Bagtharia P, Kumar N, Bajwa RS, et al. Prospective Randomized Study Comparing the External Fixator and Volar Locking Plate in Intraarticular Distal Radius Fractures: Which Is Better? *Cureus*. 2020;12(2).
169. Toros T, Sügün TS, Özaksar K. Complications of distal radius locking plates. *Injury*. 2013;44(3):336–9.
170. Nalbantoglu U, Gereli A, Ucar Y, Turkmen M. Comparison between fixation with dorsal T plate and palmar locking plate in the treatment of unstable displaced distal radius fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2008;42(5):365–72.
171. Perlus R, Doyon J, Henry P. The use of dorsal distraction plating for severely comminuted distal radius fractures: A review and comparison to volar plate fixation. *Injury* [Internet]. 2019;50:S50–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.03.052>
172. Richard MJ, Katolik LI, Hanel DP, Wartinbee DA, Ruch DS. Distraction plating for the treatment of highly comminuted distal radius fractures in elderly patients. *J Hand Surg*

- Am [Internet]. 2012;37(5):948–56. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.02.034>
173. Yee DKH, Fang C, Leung F. Distal radius fracture fixation in the elderly: does better form equal better function? *Ann Transl Med.* 2019;7(S8):S387–S387.
 174. Chung KC, Malay S, Shauver MJ, Kim HM. Assessment of Distal Radius Fracture Complications Among Adults 60 Years or Older: A Secondary Analysis of the WRIST Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw open.* 2019;2(1):e187053.
 175. Wu M, Li X, Li J, Chen Y. Operative vs conservative treatment in distal radius fractures: A protocol. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(29):e21250.
 176. Arora R, Gabl M, Gschwentner M, Deml C, Krappinger D, Lutz M. A comparative study of clinical and radiologic outcomes of unstable Colles type distal radius fractures in patients older than 70 years: Nonoperative treatment versus volar locking plating. *J Orthop Trauma.* 2009;23(4):237–42.
 177. Arora R, Lutz M, Deml C, Krappinger D, Haug L, Gabl M. A prospective randomized trial comparing nonoperative treatment with volar locking plate fixation for displaced and unstable distal radial fractures in patients sixty-five years of age and older. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2011;93(23):2146–53.
 178. Saving J, Ss W, Olsson K, Enocson A, Ponzer S, Sk O, et al. Nonoperative Treatment Compared with Volar Locking Plate Fixation for Dorsally Displaced Distal Radial Fractures in the Elderly. *Orthop Trauma Dir.* 2011;9(02):13–23.
 179. Xiong G, Harper CM. Distal Radius Fracture Fixation in the Elderly [Internet]. *Distal Radius Fractures: Evidence-Based Management.* Elsevier Inc.; 2021. 301–308 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-75764-5.00004-4>
 180. Rikli DA, Regazzoni P, 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 Jt Surg [Br].* 1996;78:588–92.
 181. Chen NC, Jupiter JB. Management of distal radial fractures. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2007;89(9):2051–62.
 182. Adams B D. Effects of radial deformity on distal radioulnar joint mechanics. *J Hand Surg Am.* 1993;18(3):492–8.

183. Rikli DA, Honigmann P, Babst R, Cristalli A, Morlock MM, Mittlmeier T. Intra-Articular Pressure Measurement in the Radioulnocarpal Joint Using a Novel Sensor: In Vitro and In Vivo Results. *J Hand Surg Am*. 2007;32(1):67–75.
184. Quadlbauer S, Pezzeri C, Jurkowitsch J, Rosenauer R, Pichler A, Schättin S, et al. Early complications and radiological outcome after distal radius fractures stabilized by volar angular stable locking plate. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2018;138(12):1773–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-018-3051-5>
185. Sato K, Murakami K, Mimata Y, Doita M. Incidence of tendon rupture following volar plate fixation of distal radius fractures: A survey of 2787 cases. *J Orthop* [Internet]. 2018;15(1):236–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jor.2018.01.030>
186. Lutsky KF, Jimenez M, Rivlin M, Matzon JL, Maltenfort M, Beredjiklian PK. Reliability of the Soong Classification for Volar Plate Position. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2016;41(7):e199–202. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.04.024>
187. Soong M, Earp BE, Bishop G, Leung A, Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2011;93(4):328–35.
188. Lutsky KF, Beredjiklian PK, Hioe S, Bilello J, Kim N, Matzon JL. Incidence of hardware removal following volar plate fixation of distal radius fracture. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2015;40(12):2410–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.09.017>
189. Yamazaki H, Uchiyama S, Komatsu M, Hashimoto S, Kato H. Risk Assessment of Tendon Attrition Following Treatment of Distal Radius Fractures With Volar Locking Plates Using Audible Crepitus and Placement of the Plate: A Prospective Clinical Cohort Study. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2015;40(8):1571–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.03.023>
190. Andermahr J, Lozano-Calderon S, Trafton T, Crisco JJ, Ring D. The Volar Extension of the Lunate Facet of the Distal Radius: A Quantitative Anatomic Study. *J Hand Surg Am*. 2006;31(6):892–5.
191. O’Shaughnessy M, Shin A, Kakar S. Stabilization of Volar Ulnar Rim Fractures of the Distal Radius: Current Techniques and Review of the Literature. *J Wrist Surg*. 2016;05(02):113–9.

192. Beck JD, Harness NG, Spencer HT. Volar plate fixation failure for volar shearing distal radius fractures with small lunate facet fragments. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2014;39(4):670–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.01.006>
193. Monaco NA, Dwyer CL, Ferikes AJ, Lubahn JD. Hand surgeon reporting of tendon rupture following distal radius volar plating. *Hand*. 2016;11(3):278–86.
194. Dardas AZ, Goldfarb CA, Boyer MI, Osei DA, Dy CJ, Calfee RP. A Prospective Observational Assessment of Unicortical Distal Screw Placement During Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2018;43(5):448–54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.12.018>
195. Joseph SJ, Harvey JN. The dorsal horizon view: Detecting screw protrusion at the distal radius. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2011;36(10):1691–3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.07.020>
196. Maschke SD, Evans PJ, Schub D, Drake R, Lawton JN. Radiographic evaluation of dorsal screw penetration after volar fixed-angle plating of the distal radius: A cadaveric study. *Hand*. 2007;2(3):144–50.
197. Riddick AP, Hickey B, White SP. Accuracy of the skyline view for detecting dorsal cortical penetration during volar distal radius fixation. *J Hand Surg Eur Vol*. 2012;37(5):407–11.
198. Sebastián Giraldo, P.A.; García López, A.; Lozano Casarrubios A. Ruptura De Tendones Extensores Tras Placa Volar En Fractura De Radio. a Propósito De Un Caso. *Rev Española Cirugía Osteoartic*. 2021;56:31–4.
199. Ljungquist KL, Agnew SP, Huang JI. Predicting a safe screw length for volar plate fixation of distal radius fractures: Lunate depth as a marker for distal radius depth. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2015;40(5):940–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.01.008>
200. Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, Krappinger D, Espen D, Gabl M. Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma*. 2007;21(5):316–22.
201. 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(3):359–65.

202. Soong M, Van Leerdam R, Guitton TG, Got C, Katarincic J, Ring D. Fracture of the distal radius: Risk factors for complications after locked volar plate fixation. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2011;36(1):3–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.09.033>
203. Pidgeon TS, Casey P, Baumgartner RE, Ferlauto H, Ruch DS. Complications of Volar Locked Plating of Distal Radius Fractures: A Prospective Investigation of Modern Techniques. *Hand*. 2020;15(5):698–706.
204. Rhee PC, Dennison DG, Kakar S. Avoiding and Treating Perioperative Complications of Distal Radius Fractures. *Hand Clin*. 2012;28(2):185–98.
205. Charoglu CP, Lawton JN, Glueck DA. Factors associated with infection following open distal radius fractures. *Hand*. 2009;4(3):330–4.
206. Jawa A. Open fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2010;35(8):1348–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.06.008>
207. Berglund LM, Messer TM. Complications of volar plate fixation for managing distal radius fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17(6):369–77.
208. Roth KM, Blazar PE, Earp BE, Han R, Leung A. Incidence of extensor pollicis longus tendon rupture after nondisplaced distal radius fractures. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2012;37(5):942–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.02.006>
209. Al-Rashid M, Theivendran K, Craigen MAC. Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures. *J Bone Jt Surg - Ser B*. 2006;88(12):1610–2.
210. Alter TH, Sandrowski K, Gallant G, Kwok M, Ilyas AM. Complications of Volar Plating of Distal Radius Fractures: A Systematic Review. *J Wrist Surg* [Internet]. 2019 Jun 13;08(03):255–62. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0038-1667304>
211. Yu YR, Makhni MC, Tabrizi S, Rozental TD, Mundanthanam G, Day CS. Complications of low-profile dorsal versus volar locking plates in the distal radius: A comparative study. *J Hand Surg Am*. 2011;36(7):1135–41.
212. Benson EC, DeCarvalho A, Mikola EA, Veitch JM, Moneim MS. Two potential causes of EPL rupture after distal radius volar plate fixation. *Clin Orthop Relat Res*.

- 2006;(451):218–22.
213. Spiteri M, Ng W, Matthews J, Power D. Functional Outcome of Fixation of Complex Intra-articular Distal Radius Fractures with a Variable-Angle Distal Radius Volar Rim Plate. *J Hand Microsurg.* 2017;09(01):011–6.
 214. Ashall G. Flexor pollicis longus rupture after fracture of the distal radius. *Injury.* 1991;22(2):153–5.
 215. Drobetz H, Kutscha-Lissberg E. Osteosynthesis of distal radial fractures with a volar locking screw plate system. *Int Orthop.* 2003;27(1):1–6.
 216. Dyer G, Lozano-Calderon S, Gannon C, Baratz M, Ring D. Predictors of Acute Carpal Tunnel Syndrome Associated With Fracture of the Distal Radius. *J Hand Surg Am.* 2008;33(8):1309–13.
 217. Hove LM, Nilsen PT, Furnes O, Oulie HE, Solheim E, Mølster AO. Open reduction and internal fixation of displaced intraarticular fractures of the distal radius. 31 patients followed for 3-7 years. *Acta Orthop Scand.* 1997;68(1):59–63.
 218. Stanton-Hicks M. Complex regional pain syndrome (type I, RSD; type II, causalgia): controversies. *Clin J Pain [Internet].* 2000 Jun;16(2 Suppl):S33-40. Available from: <http://journals.lww.com/00002508-200006001-00007>
 219. Kamano M, Koshimune M, Toyama M, Kazuki K. Palmar plating system for Colles' fractures - A preliminary report. *J Hand Surg Am.* 2005;30(4):750–5.
 220. Lattmann T, Dietrich M, Meier C, Kilgus M, Platz A. Comparison of 2 Surgical Approaches for Volar Locking Plate Osteosynthesis of the Distal Radius. *J Hand Surg Am.* 2008;33(7):1135–43.
 221. Buzzell JE, Weikert DR, Watson JT, Lee DH. Precontoured Fixed-Angle Volar Distal Radius Plates: A Comparison of Anatomic Fit. *J Hand Surg Am.* 2008;33(7):1144–52.
 222. O'Shaughnessy MA, Shin AY, Kakar S. Volar Marginal Rim Fracture Fixation With Volar Fragment-Specific Hook Plate Fixation. *J Hand Surg Am [Internet].* 2015;40(8):1563–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.04.021>
 223. Harness NG, Jupiter JB, Orbay JL, Raskin KB, Fernandez DL. Loss of fixation of the volar lunate facet fragment in fractures of the distal part of the radius. *J Bone Jt Surg - Ser A.*

- 2004;86(9):1900–8.
224. Kitay A, Mudgal C. Volar carpal subluxation following lunate facet fracture. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2014;39(11):2335–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhssa.2014.04.027>
225. De Baere T, Lecouvet F, Barbier O. Breakage of a volar locking plate after delayed union of a distal radius fracture. *Acta Orthop Belg*. 2007;73(6):785–90.
226. De Smet L. The DASH questionnaire and score in the evaluation of hand and wrist disorders. *Acta Orthop Belg*. 2008;74(5):575–81.
227. Garland, Jhon J. Werley CW. Radial Deviation Shortening Dorsal. *J Bone Joint Surg Am*. 1951;33-A(4):895–907.
228. A. L. Fractures of the distal end of the radius. A clinical and statistical study of end results. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1959;41:1–118.
229. Green DP, O'Brien ET. Open reduction of carpal dislocations: Indications and operative techniques. *J Hand Surg Am* [Internet]. 1978;3(3):250–65. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023\(78\)80089-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(78)80089-6)
230. De Bruijn HP, Volovics L SJ. Functionele behandeling van Colles fracturen en de relatie tussen anatomisch herstel en functie. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 1989;133:723–7.
231. MacDermid JC. Development of a scale for patient rating of wrist pain and disability. *J Hand Ther* [Internet]. 1996;9(2):178–83. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0894-1130\(96\)80076-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0894-1130(96)80076-7)
232. Shafiee E, MacDermid J, Farzad M KM. A systematic review and meta-analysis of Patient-Rated Wrist (and Hand) Evaluation (PRWE/PRWHE) measurement properties, translation, and/ or cross-cultural adaptation. *Disabil Rehabil*. 2021 Sep 10:1-15. doi: 10.1080/09638288.2021.1970250. Epub ahead of pr. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2021;Sep(10):1–15. Available from: published online ahead of print, 2021 Sep 10]
233. Mehta, s Macdermind, j Richardson, j Macintyre, j Grewal R. A systematic review of the measurement properties of the patient-rated wrist. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2015;45(4):289–98.
234. MacDermid JC, Tottenham V. Responsiveness of the Disability of the Arm, Shoulder,

- and Hand (DASH) and Patient-Rated Wrist/Hand Evaluation (PRWHE) in Evaluating Change after Hand Therapy. *J Hand Ther.* 2004;17(1):18–23.
235. Kleinlugtenbelt Y V., Nienhuis RW, Bhandari M, Goslings JC, Poolman RW, Scholtes VAB. Are validated outcome measures used in distal radial fractures truly valid? A critical assessment using the Consensus-based Standards For The Selection Of Health Measurement Instruments (COSMIN) checklist. *Bone Jt Res.* 2016;5(4):153–61.
236. Changulani M, Okonkwo U, Keswani T, Kalairajah Y. Outcome evaluation measures for wrist and hand - Which one to choose? Vol. 32, *International Orthopaedics.* 2008.
237. Gupta s, Halai m, Al-Maiyah M MS. Which measure should be used to assess the patient`s functional outcome after distal radius fracture? *Acta Orthop Bel.* 2014;80:116–8.
238. Hoang-Kim A, Pegreff F, Moroni A LA. Measuring wrist and hand function: common scales and checklists. *Injury.* 2011;42(3):253–8.
239. Cheema AS, O’Brien PJ, Broekhuysen HM, Lefaivre KA. Measuring Outcomes Over Time in Distal Radius Fractures: A Comparison of Generic, Upper Extremity-Specific and Wrist-Specific Outcome Measures. *J Hand Surg Glob Online [Internet].* 2020;2(5):272–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2020.06.006>
240. Gutiérrez RG. Versión española del instrumento prwe: fiabilidad, validez y respuesta para medir resultados en fracturas distales de radio [Internet]. La Laguna; 2016. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=237021&orden=0&info=link%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/exttes?codigo=237021>
241. Rosales RS, García-Gutierrez R, Reboso-Morales L, Atroshi I. The Spanish version of the Patient-Rated Wrist Evaluation outcome measure: Cross-cultural adaptation process, reliability, measurement error and construct validity. *Health Qual Life Outcomes.* 2017;15(1):1–9.
242. Jester A, Harth A, Germann G. Measuring levels of upper-extremity disability in employed adults using the DASH questionnaire. *J Hand Surg Am.* 2005;30(5):1074.e1-1074.e10.
243. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome

- measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder, and head). *Am J Ind Med.* 1996;29(6):602–8.
244. Dash Q. $\left(\frac{\text{Suma De N Respuestas}}{N} - 1\right) \times 25$, Donde N Es Igual Al Número De Respuestas Completadas. 2006;2006–2006.
245. Hunsaker FG, Cioffi DA, Amadio PC, Wright JG, Caughlin B. The American Academy of Orthopaedic Surgeons outcomes instruments: Normative values from the general population. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2002;84(2):208–15.
246. SooHoo NF, McDonald AP, Seiler JG, McGillivray GR. Evaluation of the construct validity of the DASH questionnaire by correlation to the SF-36. *J Hand Surg Am.* 2002;27(3):537–41.
247. Dowrick AS, Gabbe BJ, Williamson OD, Cameron PA. Outcome instruments for the assessment of the upper extremity following trauma: A review. *Injury.* 2005;36(4):468–76.
248. Bahreini, M. M Jalili, M. Moradi-Lakeh M. A COMPARISON OF THREE SELF-REPORT PAIN SCALES IN ADULTS WITH ACUTE PAIN. *Aust J Optom.* 1971;54(2):36–7.
249. Von Korff M, Jensen MP, Karoly P. Assessing global pain severity by self-report in clinical and health services research. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(24):3140–51.
250. Díez Burón F, Marcos Vidal JM, Baticón Escudero PM, Montes Armenteros A, Bermejo López JC, Merino García M. Concordancia entre la escala verbal numérica y la escala visual analógica en el seguimiento del dolor agudo postoperatorio. *Rev Esp Anesthesiol Reanim [Internet].* 2011;58(5):279–82. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-9356\(11\)70062-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-9356(11)70062-7)
251. Bijur PE, Latimer CT, Gallagher EJ. Validation of a verbally administered numerical rating scale of acute pain for use in the emergency department. *Acad Emerg Med.* 2003;10(4):390–2.
252. Leite JCDC, Jerosch-Herold C, Song F. A systematic review of the psychometric properties of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7.
253. Chung KC, Pillsbury MS, Walters MR, Hayward RA. Reliability and validity testing of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire. *J Hand Surg Am.* 1998;23(4):575–87.

254. Group TE. EuroQol - a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy (New York)*. 1990;16(3):199–208.
255. Ware JE Jr SC. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36) (I). Conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992;30:473–83.
256. Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana JM, et al. The Spanish version of the Short Form 36 Health Survey: a decade of experience and new developments. *Gac Sanit*. 2005;19(2):135–50.
257. Lins L, Carvalho FM. SF-36 total score as a single measure of health-related quality of life: Scoping review. *SAGE Open Med*. 2016;4:205031211667172.
258. Laucis NC, Hays RD, Bhattacharyya T. Scoring the SF-36 in orthopaedics: A brief guide. *J Bone Jt Surg - Am Vol*. 2014;97(19):1628–34.
259. Vaish A, Vaish R. 3D printing and its applications in Orthopedics. *J Clin Orthop Trauma [Internet]*. 2018;9:S74–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.02.003>
260. Andrés-Cano P, Calvo-Haro JA, Fillat-Gomà F, Andrés-Cano I, Perez-Mañanes R. Role of the orthopaedic surgeon in 3D printing: current applications and legal issues for a personalized medicine. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2021;65(2):138–51.
261. Lajoie EW, Bridges L. Innovation decisions: Using the gartner hype cycle. *Libr Leadersh Manag*. 2014;28(4):1–7.
262. <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>.
263. Auricchio F, Marconi S. 3D printing: Clinical applications in orthopaedics and traumatology. *EFORT Open Rev*. 2016;1(5):121–7.
264. Skelley NW, Smith MJ, Ma R, Cook JL. Three-dimensional Printing Technology in Orthopaedics. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(24):918–25.
265. Mishra A, Verma T, Vaish A, Vaish R, Vaishya R, Maini L. Virtual preoperative planning and 3D printing are valuable for the management of complex orthopaedic trauma. *Chinese J Traumatol - English Ed [Internet]*. 2019;22(6):350–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2019.07.006>
266. Kacel GM, Zanetti M, Amgwerd M, Trentz O, Seifert B, Stucki H, et al. Rapid prototyping (stereolithography) in the management of infra-articular calcaneal fractures. *Eur Radiol*.

- 1997;7(2):187–91.
267. Martelli N, Serrano C, Van Den Brink H, Pineau J, Prognon P, Borget I, et al. Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: A systematic review. Vol. 159, *Surgery (United States)*. 2016.
 268. Vaishya R, Patralekh MK, Vaish A, Agarwal AK, Vijay V. Publication trends and knowledge mapping in 3D printing in orthopaedics. *J Clin Orthop Trauma [Internet]*. 2018;9(3):194–201. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.07.006>
 269. Green N, Glatt V, Tetsworth K, Wilson LJ, Grant CA. A practical guide to image processing in the creation of 3D models for orthopedics. *Tech Orthop*. 2016;31(3):153–63.
 270. Manmadhachary A. CT imaging parameters for precision models using additive manufacturing. *Multiscale Multidiscip Model Exp Des [Internet]*. 2019;2(3):209–20. Available from: <https://doi.org/10.1007/s41939-019-00046-1>
 271. Watson HK, Carlson L. Treatment of reflex sympathetic dystrophy of the hand with an active “stress loading” program. *J Hand Surg Am [Internet]*. 1987;12(5):779–85. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023\(87\)80069-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(87)80069-2)
 272. Chung KC, Malay S, Shauver MJ, Chung KC, Myra Kim H, Haase SC, et al. The Relationship between Hand Therapy and Long-Term Outcomes after Distal Radius Fracture in Older Adults. *Plast Reconstr Surg*. 2019;144(2):230e-237e.
 273. Lee H II, Kim JP. Rehabilitation Protocols After Distal Radius Fracture [Internet]. *Distal Radius Fractures: Evidence-Based Management*. Elsevier Inc.; 2021. 253–262 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-75764-5.00028-7>
 274. Bartl C, Stengel D, Bruckner T, Gebhard F. The treatment of displaced intraarticular distal radius fractures in elderly patients - A randomized multicenter study (ORCHID) of open reduction and volar locking plate fixation versus closed reduction and cast immobilization. *Dtsch Arztebl Int*. 2014;111(46):779–87.
 275. Martinez-Mendez D, Lizaur-Utrilla A, de-Juan-Herrero J. Intra-articular distal radius fractures in elderly patients: a randomized prospective study of casting versus volar plating. *J Hand Surg Eur Vol*. 2018;43(2):142–7.
 276. Chan YH, Foo TL, Yeo CJ, Chew WYC. Comparison between cast immobilization versus

- volar locking plate fixation of distal radius fractures in active elderly patients, the Asian perspective. *Hand Surg.* 2014;19(1):19–23.
277. Arora R, Lutz M, Deml C, Krappinger D, Haug L, Gabl M. A prospective randomized trial comparing nonoperative treatment with volar locking plate fixation for displaced and unstable distal radial fractures in patients sixty-five years of age and older. *Orthopedics.* 2012;35(1):50–1.
278. Sirniö K, Leppilahti J, Ohtonen P, Flinkkilä T. Early palmar plate fixation of distal radius fractures may benefit patients aged 50 years or older: a randomized trial comparing 2 different treatment protocols. *Acta Orthop.* 2019;90(2):123–8.
279. Egol KA, Walsh M, Romo-Cardoso S, Dorsky S, Paksima N. Distal radial fractures in the elderly: Operative compared with nonoperative treatment. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2010;92(9):1851–7.
280. Matter-Parrat V, Liverneaux P. 3D printing in hand surgery. *Hand Surg Rehabil* [Internet]. 2019;38(6):338–47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2019.09.006>
281. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: A systematic literature review. *Biomed Eng Online.* 2016;15(1):1–21.
282. Dai G, Shao Z, Weng Q, Zheng Y, Hong J, Lu X. Percutaneous reduction, cannulated screw fixation and calcium sulfate cement grafting assisted by 3D printing technology in the treatment of calcaneal fractures. *J Orthop Sci* [Internet]. 2021;26(4):636–43. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jos.2020.06.008>
283. Zheng W, Chen C, Zhang C, Tao Z, Cai L. The Feasibility of 3D Printing Technology on the Treatment of Pilon Fracture and Its Effect on Doctor-Patient Communication. *Biomed Res Int* [Internet]. 2018 [cited 2018 Nov 28];1–10. Available from: <https://doi.org/10.1155/2018/8054698>
284. Chepelev L, Wake N, Ryan J, Althobaity W, Gupta A, Arribas E, et al. Radiological society of north america (RSNA) 3D printing special interest group (SIG): uidelines for medical 3D printing and appropriateness for clinical scenarios. *3D Print Med.* 2018;4(1):1–38.
285. Yang L, Shang X-W, Fan J-N, He Z-X, Wang J-J, Liu M, et al. Application of 3D Printing in the Surgical Planning of Trimalleolar Fracture and Doctor-Patient Communication. 2016

[cited 2018 Nov 28]; Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2482086>

286. Yang L, Grottkau B, He Z, Ye C. Three dimensional printing technology and materials for treatment of elbow fractures. *Int Orthop*. 2017;41(11):2381–7.
287. Chen C, Cai L, Zheng W, Wang J, Guo X, Chen H. The efficacy of using 3D printing models in the treatment of fractures: A randomised clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):4–11.
288. Yang S, Lin H, Luo C. Meta-Analysis of 3D Printing Applications in Traumatic Fractures. *Front Surg*. 2021;8(August).
289. Papagelopoulos PJ, Savvidou OD, Koutsouradis P, Chloros GD, Bolia IK, Sakellariou VI, et al. Three-dimensional technologies in orthopedics. *Orthopedics*. 2018;41(1):12–20.
290. Shuang F, Hu W, Shao Y, Li H, Zou H. Treatment of intercondylar humeral fractures with 3D-printed osteosynthesis plates. *Med (United States)*. 2016;95(3):1–4.
291. You W, Liu LJ, Chen HX, Xiong JY, Wang DM, Huang JH, et al. Application of 3D printing technology on the treatment of complex proximal humeral fractures (Neer3-part and 4-part) in old people. *Orthop Traumatol Surg Res [Internet]*. 2016;102(7):897–903. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2016.06.009>