

TESIS DOCTORAL

Efectos a largo plazo sobre el codo, la membrana interósea y la muñeca tras resección de la cabeza del radio por fractura aislada en pacientes menores de cuarenta años.

Autor

Carlos Ángel González Roldán

Director

Hidalgo Ovejero, Ángel Manuel

Co-Directora

Insausti Serrano, Ana María

Departamento de Ciencias de la Salud

2017

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
FACULTAD DE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

TESIS DOCTORAL

**EFFECTOS A LARGO PLAZO SOBRE EL CODO, LA MEMBRANA
INTERÓSEA Y LA MUÑECA TRAS RESECCIÓN DE LA CABEZA DEL
RADIO POR FRACTURA AISLADA EN PACIENTES MENORES DE
CUARENTA AÑOS**

DOCTORANDO

CARLOS ÁNGEL GONZÁLEZ ROLDÁN
PAMPLONA 2017

DIRECTOR

DR. ÁNGEL MANUEL HIDALGO OVEJERO

CO-DIRECTORA

DRA. ANA MARÍA INSAUSTI SERRANO

D. Ángel Manuel Hidalgo Ovejero, Jefe del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Complejo Hospitalario de Navarra, y **Dña. Ana María Insausti Serrano**, Profesor Contratado Doctor tipo 2 del Área de Anatomía y Embriología Humana de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Pública de Navarra.

HACEN CONSTAR

Que el presente trabajo de Tesis Doctoral titulado: **“Efectos a largo plazo sobre el codo, la membrana interósea y la muñeca tras resección de la cabeza del radio por fractura aislada en pacientes menores de cuarenta años”** ha sido realizado bajo su dirección por **D. Carlos Ángel González Roldán**, en el área de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Complejo Hospitalario de Navarra, y, consideramos que reúne la calidad y el rigor científico para ser defendido y optar así al título de Doctor por la Universidad Pública de Navarra

Pamplona, a 25 de mayo de 2017

Fdo. Ángel M. Hidalgo Ovejero

Fdo. Ana M^a Insausti Serrano

AGRADECIMIENTOS

Al Dr Ángel Hidalgo, por la ayuda en la realización de esta tesis. Por su dirección, estímulo y apoyo constante.

A la Dra Ana M^a Insausti por su colaboración, buen hacer y apoyo necesario para acabar este proyecto.

A mis padres, a quienes debo todo lo que soy. Por su esfuerzo constante y completa dedicación en la difícil tarea de mi formación como médico y sobre todo como persona. Por sus consejos y ayuda a lo largo de toda mi vida. Gracias por estar ahí siempre que os he necesitado.

A mi mujer Eva y mis hijos Javier, Paula y Mario, que son la alegría de mi vida y los consumidores de casi toda mi energía vital. Ellos son los que más han sufrido mis momentos de malhumor y desánimo. Gracias por estar a mi lado.

A Julia Alonso y a todo el personal del servicio de Radiología de la Clínica Ubarmin por su colaboración desinteresada en la realización de montones de radiografías.

A Berta Ibáñez y Arkaitz Galbete de la Unidad de Metodología de la Fundación Miguel Servet, por su paciencia y ayuda en el análisis estadístico de este trabajo. Gracias a ellos el manejo y la comprensión de los datos ha sido mucho más sencillo.

A los residentes del servicio de Traumatología del Complejo Hospitalario de Navarra, especialmente Pablo Mateo, Diego Manrique, Jaime Mondragón y Antonio Arenas por su aporte de energía extra en las largas tardes de exploración de pacientes y a Javier Ruiz por su destreza en descifrar los insondables libros antiguos de quirófano.

A mis compañeros del servicio de Traumatología del Complejo Hospitalario de Navarra y en especial a los de la Unidad de Extremidad Superior por su paciencia, apoyo y ayuda cuando se la he solicitado.

A las compañeras de la sala de Terapia Ocupacional de la Clínica Ubarmin por dejarme siempre que se lo he pedido el dinamómetro Jamar y a la UPNA por cederme el dinamómetro Hoggan microFET 2 para la realización de las mediciones de fuerza.

A los pacientes, que han accedido de manera voluntaria y desinteresada a la realización de pruebas, radiografías y preguntas en un lugar, unas veces alejado de sus viviendas y otras veces a horarios poco accesibles. Sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

A mis padres

A mi mujer y mis hijos

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN	17
2. INTRODUCCIÓN	21
I. EL ANTEBRAZO COMO UNIDAD FUNCIONAL	23
II- ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL ANTEBRAZO	26
i. Anatomía y biomecánica del codo - Articulación Radio-Cubital proximal	26
ii. Anatomía y Biomecánica de la Membrana Interósea - Articulación Radio-Cubital Media	36
iii. Anatomía y biomecánica de la articulación radio-cubital distal - Articulación de la Muñeca.....	40
III. CONCEPTO DE LOS TRES CERROJOS ANTEBRAQUIALES	52
i. Estabilidad e Inestabilidad del antebrazo.....	53
ii. Codo, antebrazo y muñeca.	54
iii. Patología.....	54
IV. FRACTURA DE LA CABEZA RADIAL.....	56
i. Revisión histórica	56
ii. Biomecánica y función de la cabeza radial.	56
iii. Epidemiología	57
iv. Mecanismo de fractura	57
v. Lesiones asociadas.	57
vi. Clasificación.....	58
vii. Tratamiento	59
viii. Técnica quirúrgica de extirpación de la cabeza radial.	60
V. HISTORIA DE LA PRÓTESIS DE LA CABEZA RADIAL EN TRAUMATOLOGÍA	62
VI. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO	64
i. Radiografía estática.....	64
ii. Radiología dinámica.....	65
iii. Tomografía Axial Computerizada (TAC)	66
iv. Resonancia magnética (RM)	67
v. Ecografía estática	68
vi. Ecografía dinámica.....	69
VII. CALIDAD DE VIDA Y CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD	69
i. Medición de la calidad de vida relacionada con la salud.....	70
ii. Elección de cuestionarios	71
iii. Cuestionario DASH.....	72

3.	HIPÓTESIS DE TRABAJO	75
4.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	79
5.	MATERIAL Y MÉTODO.....	83
I.	TRABAJO DE CAMPO	85
II.	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	86
i.	Muestra Inicial	86
ii.	Criterios de inclusión:	86
iii.	Criterios de exclusión.....	87
iv.	Muestra final	87
III.	VARIABLES DE ESTUDIO	88
i.	Variables Sociodemográficas.....	88
ii.	Variables Clínicas	88
iii.	Variables Laborales y Ocio	90
iv.	Variables de Satisfacción	90
v.	Variables de Función Biomecánica.....	91
vi.	Estudio Radiológico.....	98
vii.	Estudio Ecográfico	103
viii.	Instrumentos de medición. Cuestionario DASH. (Anexo 4).....	104
IV.	GRUPOS CONTROL.....	106
V.	DISEÑO DEL ESTUDIO.....	107
VI.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	107
i.	Estadística Descriptiva.....	107
ii.	Contraste de Hipótesis.....	107
6.	RESULTADOS.....	109
I.	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS.....	111
i.	Sexo	111
ii.	Edad.....	112
iii.	Tiempo de evolución o seguimiento	112
II.	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	112
i.	Lado afecto	112
ii.	Lado dominante.....	113
iii.	Tipo de fractura	113
iv.	Dolor basal en codo y muñeca	113
v.	Síntomas del nervio cubital	114
III.	ANÁLISIS DE VARIABLES LABORALES Y DE OCIO	115
i.	Trabajo en el momento de la lesión	115
ii.	Trabajo posterior a la lesión	115

iii.	Solicitud de incapacidad.....	115
iv.	Aficiones manuales	115
IV.	ANÁLISIS DE VARIABLES DE SATISFACCIÓN	116
V.	ANÁLISIS DE LOS GRUPOS CONTROL	117
i.	Grupo control de fuerza de prensión de puño con dinamómetro Jamar	117
ii.	Grupo control de fuerza de flexo/extensión de codo y muñeca con dinamómetro Hoggan MicroFET 2.	117
iii.	Grupo control de ecografía de membrana interósea.....	118
VI.	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE FUNCIÓN BIOMECÁNICA.....	119
i.	Movilidad.....	119
ii.	Fuerza	123
iii.	Exploración Física del Codo	126
iv.	Exploración Física de la Muñeca	127
VII.	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES RADIOLÓGICAS.....	129
i.	Codo.....	129
ii.	Muñeca.....	131
VIII.	ANÁLISIS DEL ESTUDIO ECOGRÁFICO	133
IX.	ANÁLISIS DE LA ESCALA DASH	134
X.	ANÁLISIS COMBINADO DE VARIABLES	135
i.	Correlaciones de disbalance radio-cubital distal.....	135
ii.	Correlaciones de acortamiento del muñón radial proximal.	139
iii.	Correlaciones de fuerza en codo y muñeca.	142
iv.	Correlaciones de la escala DASH.	143
v.	Correlaciones de movilidad en codo y muñeca con la presencia de signos artrósicos o calcificaciones periarticulares.	145
vi.	Correlaciones del ángulo de carga	148
7.	DISCUSIÓN.....	151
I.	ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO	153
II.	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	153
III.	IMPORTANCIA DE LA CABEZA DEL RADIO.....	155
IV.	FRACTURA DE LA CABEZA DEL RADIO	156
i.	Incidencia.....	157
ii.	Lesiones asociadas	157
V.	CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE LA CABEZA DEL RADIO.....	159
iii.	Efectos sobre la articulación del codo y radiocubital proximal.	159
iv.	Efectos sobre la membrana interósea y articulación radiocubital media. ..	164
v.	Efectos sobre la articulación radiocubital distal.....	172
VI.	RESULTADOS FUNCIONALES.....	178

i.	Flexión y extensión de codo.	178
ii.	Fuerza de flexión y extensión del codo.....	180
iii.	Pronación y supinación del antebrazo.....	182
iv.	Fuerza de pronación y supinación del antebrazo.	184
v.	Flexión y extensión de muñeca.....	185
vi.	Desviación radial y cubital de la muñeca.....	186
vii.	Fuerza de flexión y extensión de muñeca.	186
viii.	Fuerza de presa de puño.....	187
VII.	DOLOR A NIVEL DEL CODO Y MUÑECA.....	191
VIII.	CUESTIONARIOS. ESCALA DASH.....	194
i.	Resultados con la escala DASH.....	196
IX.	COMPLICACIONES DE LAS PRÓTESIS DE CABEZA DE RADIO.....	198
8.	CONCLUSIONES.....	203
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	207
10.	ANEXOS.....	223
	ANEXO I. Protocolo de datos.....	226
	ANEXO 2. Consentimiento Informado.....	228
	ANEXO 3. Informe del CEIC.....	229
	ANEXO 4. Escala DASHe.....	230
	ANEXO 5. Puntuación escala DASH.....	232
	ANEXO 6. Tabla de series publicadas.....	233

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- CFCT:** Complejo Fibrocartílago Triangular
- CLIO:** Complejo Ligamentario Interóseo
- DASH:** *Dishabilities of the Arm, Shoulder, and Hand*
- DASHe:** Versión Española del cuestionario DASH
- ECO / US:** ecografía / Ultrasonidos
- ECU:** *extensor carpi ulnaris* o tendón cubital posterior
- EVA:** Escala Visual Analógica
- FCU:** *flexor carpi ulnaris* o tendón cubital anterior
- HRQL:** *Health Related Quality of Life*
- IASP:** *International Association for the Study of Pain*
- Kg_f:** Kilogramo fuerza
- MIO:** Membrana Interósea
- RCD:** Radio-Cubital Distal
- RCP:** Radio-cubital Proximal
- RM:** Resonancia Magnética
- TAC:** Tomografía Axial Computerizada

1. JUSTIFICACIÓN

Carlos González Roldán

Si comienza uno con certezas, terminará con dudas; mas si se acepta empezar con dudas, llegará a terminar con certezas.

Sir Francis Bacon (1561-1626) Filósofo y estadista británico.

El que nada duda, nada sabe.

Proverbio griego

La fractura de la cabeza del radio ocurre, generalmente, después de una caída con el brazo extendido y suponen entre el 1.5 y el 4 % de todas las fracturas y aproximadamente, el 33 % de todas las fracturas del codo ¹.

El tratamiento de estas fracturas varía, según el grado de lesión, desde el conservador para las fracturas no desplazadas, hasta la reducción y fijación interna con placas y tornillos para las fracturas susceptibles de osteosíntesis. La resección de la cabeza radial o colocación de prótesis, se reservan para los casos en los que resulta imposible la reconstrucción o fijación de la fractura.

En caso de fracturas conminutas asociadas a luxación o inestabilidad del codo, se recomienda la sustitución protésica de la cabeza radial. La duda sobre la mejor opción de tratamiento, prótesis o resección de la cabeza radial, persiste hoy en día para las fracturas aisladas no asociadas a inestabilidad e irreconstruibles ²⁻⁵.

Hace años, uno de los tratamientos más habituales era la resección de la cabeza radial para fracturas desplazadas y conminutas. Se han publicado varios estudios con elementos a favor y en contra de esta técnica. Aunque hay investigaciones que recogen buena movilidad y resultados a largo plazo ⁶⁻⁹, otros autores han publicado complicaciones. Las más frecuentes son: inestabilidad en valgo, rigidez o migración proximal del radio, que pueden resultar en artrosis y cambios degenerativos en el codo y la muñeca, así como dolor crónico en el codo, antebrazo y muñeca ^{10,11}.

En un intento de minimizar estas complicaciones, hay autores que proponen la utilización sistemática de prótesis de cabeza radial, incluso para fracturas aisladas y, sobre todo, en pacientes jóvenes con alta demanda funcional.¹²⁻¹⁵ Esta tendencia está ganando popularidad, aunque la implantación de prótesis no está exenta de complicaciones como el aflojamiento, la rigidez, la radiolucencia periprotésica, la osificación heterotópica o la disminución de la

movilidad y fuerza en el codo, además del importante sobrecoste económico que supone ¹⁴.

Hoy en día, se considera al antebrazo como una unidad funcional compuesta de tres articulaciones: la radio-cubital proximal (a nivel del codo), la radio-cubital distal (a nivel de la muñeca) y la radio-cubital media (en la zona media del antebrazo que corresponde a la membrana interósea), que actúan como tres puntos de apoyo para la estabilidad global del antebrazo y transmisión de fuerzas desde la muñeca al codo ¹⁶.

Con la resección de la cabeza del radio, perdemos uno de los tres apoyos, la articulación radio-cubital proximal, con la sobrecarga de los otros dos (media y distal) para mantener la estabilidad y función adecuada del antebrazo.

Esta sobrecarga sobre la membrana interósea (articulación radio-cubital media) y la articulación radio-cubital distal puede llevar, con el tiempo, a su deterioro y posterior colapso y producir sintomatología a nivel tanto de la muñeca como del codo.

Si la resección de la cabeza del radio se ha llevado a cabo en personas jóvenes activas, se puede valorar el comportamiento del resto de articulaciones del antebrazo, con el paso del tiempo, mediante exploración clínica, métodos radiológicos y ecográficos además de constatar si estos pacientes han padecido alguna merma en la función de sus codos y muñecas.

2. INTRODUCCIÓN

I. EL ANTEBRAZO COMO UNIDAD FUNCIONAL

El miembro superior, en la especie humana, es la expresión de la inteligencia y por esto, es la herramienta más útil y verdadero origen de la técnica.

La misión del miembro superior es la de realizar el abrazamiento. Esta misión la realiza fundamentalmente la mano, que es la razón de su existencia, el resto del miembro superior tiene la misión de llevar la mano a diferentes distancias para que actúe, ayude a este abrazamiento y pueda desplazarse a los diferentes lugares de actuación ¹⁷.

Para poder realizar estas funciones es necesaria la osificación del mesénquima, dando lugar a diferentes piezas óseas. A nivel del antebrazo, el papel de alargamiento, da lugar a la formación de un elemento esquelético osificado que constituye un hueso largo, con una epífisis distal, para articularse con la mano en la articulación de la muñeca, y otra proximal para articularse formando el codo.

La mano debe tener, a nivel de la muñeca, todos los movimientos para cumplir su función de abrazamiento y, para esto, la articulación debería ser una enartrosis (articulación esférica). Carecería de sujeción a menos que existieran potentes masas musculares que dificultarían la función de la mano. Por ello, la articulación de la muñeca es de tipo condíleo, que carece de movimiento de rotación, permitiendo a la mano la libertad de movimiento sin perder la fijación. La naturaleza funde en dependencia la articulación de la muñeca con la articulación del codo, de manera que una parte del antebrazo, rote sobre la otra parte y, de esta manera, la articulación condílea de la muñeca se transforma en una enartrosis funcional realizando su función de forma adecuada.

Esto permite que el proceso de osificación dé lugar a dos huesos distintos en vez de uno. El hueso más fijo, el cúbito, sobre el que rotará el móvil o radio, arrastrando la mano consigo ¹⁷.

- Cúbito y radio

En la posición anatómica, el cúbito queda en la porción interna del antebrazo y el radio en la externa. De los dos huesos, el radio es el que ofrece mayor cantidad de cavidad glenoidea de la articulación de la muñeca, abrazando al escafoides y al semilunar. Al cúbito solo le corresponde la cavidad glenoidea que abraza al piramidal. Esta cavidad glenoidea del cúbito distal no se osifica, sino que, su esqueletización, forma el ligamento triangular de la muñeca ¹⁷. Este ligamento se inserta en la cara interna de la epífisis distal del radio y acaba en la porción más distal del cúbito o apófisis estiloides ¹⁸.

El cúbito ofrece mayor cantidad de cavidad glenoidea en la articulación del codo, abrazando la parte articular del húmero distal o tróclea humeral. El radio en su porción proximal presenta un ensanchamiento con una cavidad glenoidea, la cabeza del radio, que articula con el cóndilo humeral.

- Membrana interósea

Para que el movimiento de ambos huesos del antebrazo sea correcto, éstos deben permanecer en íntima relación. El mesénquima se esqueletiza entre ellos, dando lugar a una estructura fibrosa llamada membrana interósea, que se inserta en una cresta a lo largo de la cara interna del radio y externa del cúbito.

- Articulación radio cubital

La articulación radio cubital es una trocoide doble, proximal y distal, para facilitar los movimientos de rotación de la epífisis distal del radio sobre el cúbito que son la pronación y supinación del antebrazo.

En la muñeca los ligamentos son laterales, y se originan desde el cúbito y el radio, se denominan ligamentos radio-carpianos y cúbito-carpianos. Estos

ligamentos son débiles siendo los tendones musculares los que aportan conexión y soporte ¹⁷.

El radio proximal presenta una forma ensanchada y redondeada, la cabeza del radio, que es un cilindro óseo que rota en el interior del cilindro osteo-fibroso formado por el ligamento anular del radio y la porción ósea por el cúbito en la cavidad sigmoidea menor ¹⁷.

Clásicamente, se ha considerado al antebrazo como un segmento de la extremidad superior que forma parte del codo a nivel proximal y de la muñeca y mano a nivel distal y cuyas funciones se superponen a las de estas articulaciones. Este concepto clásico ha sido superado y se está empezando a abandonar por una concepción más actual que describe el antebrazo como un complejo tri-articular que funciona como una única entidad. Siguiendo este concepto, el cúbito y el radio están conectados por tres articulaciones: la articulación radio-cubital proximal, media y distal ^{16,19}.

Las tres funciones principales de la unidad-antebrazo son:

- Proporcionar estabilidad y mantenimiento de las relaciones anatómicas entre el cúbito y el radio que permitan los movimientos de pronosupinación;
- Facilitar la transferencia de carga desde el radio al cúbito y así, la transmisión de la fuerza de la muñeca al codo;
- Servir de lugar de inserción de los músculos responsables de la movilidad del antebrazo, muñeca y dedos ¹⁹.

La articulación radio-cubital proximal es el lugar donde la cabeza del radio articula con la carilla sigmoidea del cúbito y las estructuras ligamentarias externas, sobre todo el ligamento anular, contribuyen a la estabilización de la cabeza radial en su posición anatómica.

La membrana interósea conecta el radio con el cúbito con sus diversos fascículos, los más proximales ayudan en la estabilización de la articulación radio-cubital proximal y las porciones más distales a la radio-cubital distal. La porción intermedia, la más importante, participa en la transmisión de fuerzas y estabilización radio-cubital central.

La articulación radio-cubital distal es la unión distal del antebrazo. Contiene varias estructuras estabilizadoras y de ellas la más importante es el complejo fibrocartilago triangular (CFCT) que es el estabilizador primario de la articulación radio-cubital distal.

II- ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL ANTEBRAZO

El antebrazo se puede dividir en tres articulaciones: radiocubital proximal, media y distal.

i. ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL CODO - ARTICULACIÓN RADIO-CUBITAL PROXIMAL

1. Anatomía

La articulación del codo comprende las articulaciones humero-radial, humero-cubital y radio-cubital proximal dentro de una cápsula común que incluye las porciones proximales del radio y cúbito y la parte distal del húmero.

a) Anatomía ósea

El húmero es un hueso largo que presenta dos epífisis y una diáfisis. La epífisis proximal se articula con la cintura escapular a través de la escápula. La epífisis distal se articula con el cúbito y radio proximales para formar la articulación del codo ²⁰.

La epífisis distal se denomina paleta humeral por su forma aplanada y está incurvada 45° hacia delante respecto al eje diafisario. A ambos lados, y proximales a la articulación, se localizan dos prominencias óseas:

- en la parte medial se denomina epitróclea o cóndilo medial, y proporciona inserción a los ligamentos colaterales cubitales de la articulación y al grupo de músculos flexo-pronadores;
- en la parte lateral está el otro relieve óseo, de menor tamaño, que se denomina epicóndilo o mejor epicóndilo lateral. Al igual que el medial, sirve de inserción a los ligamentos colaterales laterales y a los músculos extensores y supinadores^{20,21}.

En la cara ventral de la paleta humeral, y entre las dos prominencias óseas, se encuentran las carillas articulares destinadas al cúbito y radio proximales. Estas superficies articulares se encuentran en 6° de valgo con respecto al eje diafisario del húmero. La porción medial se denomina tróclea humeral, de aspecto similar a un diábolo, en la que se distinguen dos bordes y un surco medio. En la parte lateral se encuentra el *capitulum* o cóndilo humeral, con forma semiesférica para recibir la fosita de la cabeza radial. Entre las dos articulaciones se encuentra el surco o canal cóndilo-troclear, que las separa y se relaciona con el reborde de la circunferencia articular radial.

Justo por encima de ambas superficies articulares, se encuentran tres fosas que permiten alojar relieves óseos de los huesos del antebrazo durante los movimientos de flexo-extensión. Proximal a la tróclea se encuentra la fosa coronoidea, para alojar la apófisis coronoides del cúbito. Proximal al cóndilo se sitúa la fosa radial para la cabeza del radio y en la parte posterior se aprecia la fosa olecraneana para recibir la punta del olécranon durante la extensión del antebrazo. La existencia de estas fosas es indispensable para que los movimientos de flexo-extensión del codo tengan el rango de amplitud normal.^{20,21} (Figura 1)

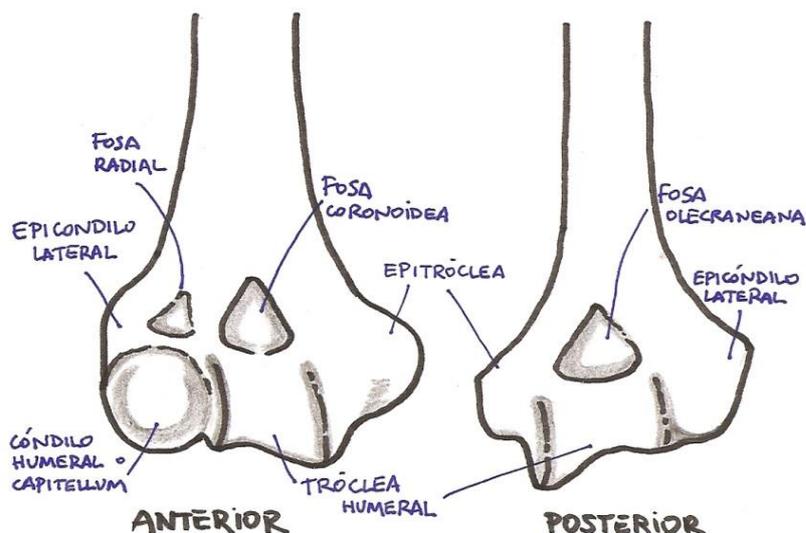


Figura 1. Anatomía ósea del húmero distal. Vista anterior y posterior. Elaboración propia.

La epífisis proximal del radio incluye la cabeza radial, que se trata de un disco grueso, articular en su circunferencia (240°) y en su superficie libre proximal. La primera para articular con la escotadura sigmoidea del cúbito (articulación radio-cubital proximal) y la segunda con el *capitellum* o cóndilo humeral (articulación humero-radial). El cuello es el estrechamiento situado debajo de la cabeza y la tuberosidad es una prominencia oval justo distal al cuello, rugosa en su parte posterior para la inserción del tendón del músculo bíceps braquial ^{18,20}.

La cabeza y el cuello del radio forman con el eje de la diáfisis un ángulo de aproximadamente 15° , opuesto a la tuberosidad del radio o bicipital ²¹.

El extremo proximal del cúbito tiene una estructura más fuerte que el radio. Abraza a modo de tenaza la tróclea humeral y es el responsable de la estabilidad inherente de la articulación.

La superficie articular se denomina escotadura troclear o cavidad sigmoidea mayor. Es una concavidad que describe un tercio de circunferencia y encaja en la tróclea del húmero. La proyección hacia posterior de la escotadura troclear es el denominado olecranon, en cuyo extremo romo se inserta el tendón de músculo tríceps braquial. La apófisis coronoides es la prolongación anterior de la escotadura, actúa a modo de tope anterior de la articulación y recibe la inserción del músculo braquial.

La escotadura troclear forma un arco aproximadamente de 190° y su apertura está orientada hacia delante y arriba de 30 a 45° , presentando también un valgo de 4° . Esta configuración se complementa con la que presenta la epífisis distal del húmero al favorecer la flexión y permitir que exista espacio entre los huesos para las masas musculares anteriores ²¹.

En su cara lateral se sitúa la escotadura radial del cúbito o cavidad sigmoidea menor que articula con la cabeza del radio, representa una depresión con un arco aproximadamente de 70° ²¹. En sus bordes se inserta el ligamento anular del radio ^{18,20}. (Figura 2)

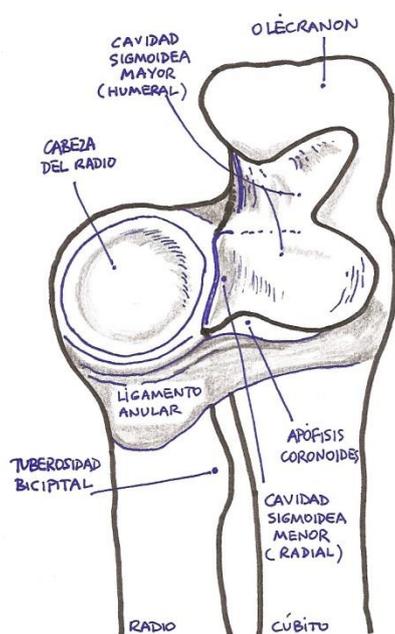


Figura 2. Anatomía de radio y cúbito proximales. Elaboración propia.

b) Ligamentos y cápsula

La cápsula de la articulación del codo es única para las tres articulaciones. Se adhiere al húmero en la cara anterior proximal de la fosa radial y coronoides y por la parte posterior encierra la fosa olecraneana. En distal, llega hasta el cuello del radio. Esta parte capsular está ensanchada y forma el receso sacciforme, que permite el movimiento de la cabeza radial. En el cúbito, llega hasta la apófisis coronoides y por la cara posterior hasta el olécranon ¹⁸.

La capacidad articular máxima se consigue a los 80° de flexión y es de unos $25-30\text{ml}$ ²¹.

En cuanto a los ligamentos de la articulación del codo cabe destacar los siguientes:

- **Complejo ligamentario medial** (Figura 3). Se divide en tres segmentos:
 - Haz anterior, el más importante en su papel estabilizador. Resulta de la unión de dos fascículos:
 - Fascículo anterior: se extiende desde la parte anterointerna del epicóndilo medial hasta la apófisis coronoides. Algunas de sus fibras refuerzan el ligamento anular.
 - Fascículo medio: muy resistente. Discurre desde el borde inferior del epicóndilo medial, hasta la parte interna de la apófisis coronoides y borde interno del cúbito ²⁰.
 - Fascículo posterior (de *Bardinet*) tiene forma de abanico: Se origina en la parte posteroinferior del epicóndilo medial y se inserta en la parte interna del olécranon ²².
 - Ligamento transverso o ligamento medial oblicuo de *Cooper* ^{20,23} que se origina desde la base del olécranon para insertarse en la base de la apófisis coronoides. Tiene una escasa contribución a la estabilidad del codo.

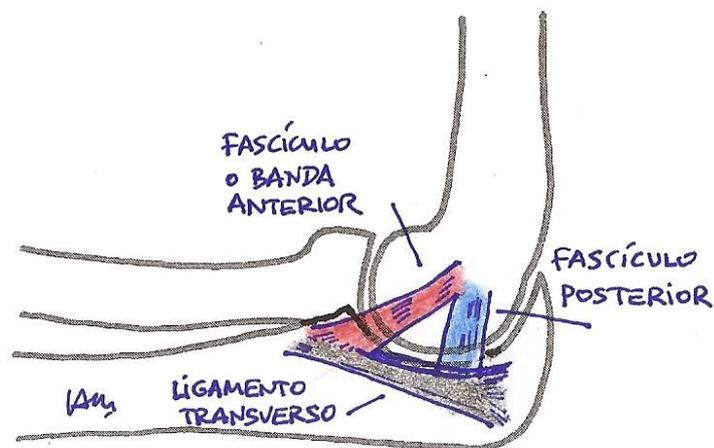
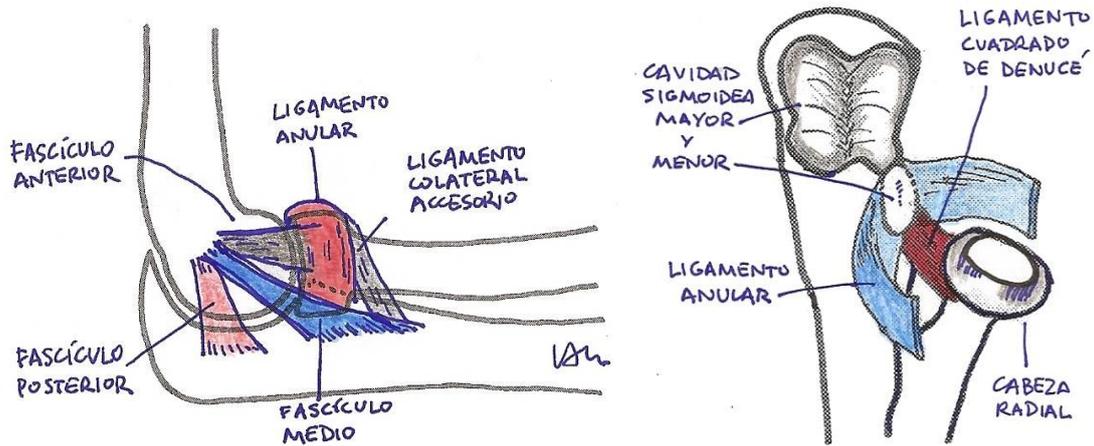


Figura 3. Complejo ligamentario medial del codo. Elaboración propia.

- **Complejo ligamentario lateral** (Figura 4). Sujeto a variaciones individuales. Procede del epicóndilo externo y penetra en el anillo ligamentoso del radio, en torno a su cabeza y hacia el borde anterior y posterior de la cavidad sigmoidea menor del cúbito.

Se pueden definir varios componentes:

- Fascículo anterior: se origina en el epicóndilo lateral y alcanza la zona anterior del ligamento anular, en el que se inserta.
- Fascículo medio (ligamento colateral cubital lateral): desde su origen, en el epicóndilo lateral, se inserta en la zona posterior del ligamento anular y escotadura radial del cúbito. Tiene un importante papel en la estabilidad húmero-cubital ²¹.
- Fascículo posterior: desde el mismo origen que el anterior, se inserta en la cresta del músculo supinador del cúbito. Es un estabilizador secundario.
- El ligamento anular se origina e inserta en los márgenes anterior y posterior de la cavidad sigmoidea menor manteniendo la cabeza radial en contacto con el cúbito. Su cara interna está recubierta de cartílago hialino para articularse con la circunferencia radial. Su porción anterior se tensa en supinación y la posterior en pronación ²⁰.
- El ligamento cuadrado de Denucé es una capa delgada de fibras que se extienden desde el borde inferior de la cavidad sigmoidea menor al cuello del radio ²³. Participa de forma accesoria en la estabilidad de la articulación radio-cubital proximal. Su porción anterior se tensa en supinación y la posterior en pronación ²¹.(Figura 5)
- El ligamento colateral lateral accesorio parte de la porción distal del ligamento anular hasta su inserción en el cúbito, distal al fascículo medio. Su presencia es variable.



Figuras 4 y 5. A la izquierda complejo ligamentario medial y a la derecha vista del ligamento cuadrado de Denucé. Elaboración propia.

2. Biomecánica

El uso de la extremidad superior depende en gran medida de una articulación del codo funcional y su alteración puede, más que otras articulaciones, hacer peligrar la independencia individual y alterar la función de abrazamiento.

a) Cinemática (movilidad)

Se va a considerar de forma separada la biomecánica de la articulación tróclea y cóndilo humerales con el radio y cúbito proximales y por otro lado la articulación radio-cubital proximal.

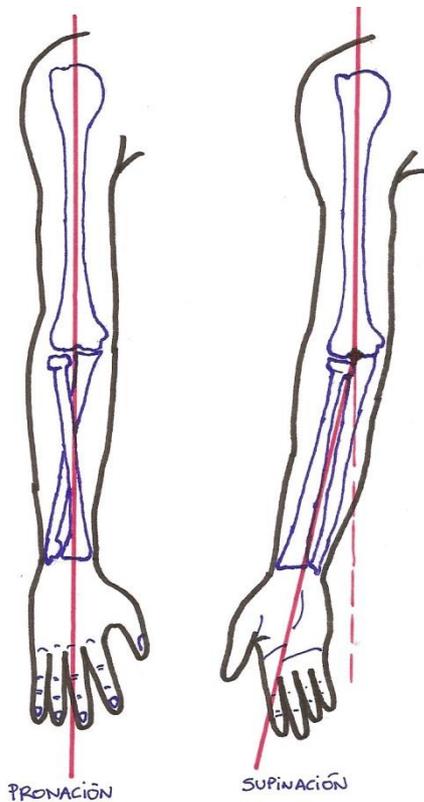
La articulación húmero-cubital es una tróclea o tipo gínglimo y por tanto solo posee un grado de libertad de movimiento en el plano sagital, alrededor del eje transversal que pasa por el centro del cóndilo y tróclea humerales. Producirá los movimientos de flexión y extensión del codo ²⁴.

Se define flexión como el movimiento que aproxima la cara anterior del antebrazo con la cara anterior del brazo, y extensión como el movimiento de retorno del antebrazo a su posición anatómica ²¹.

El rango de movimiento de flexo-extensión normal oscila entre 0° (extensión completa) y 140-146° de flexión activa, que puede llegar a los 160° cuando se flexiona de forma pasiva. Los niños y mujeres pueden hiperextender unos

5°²¹. El arco de movimiento entre 30° y 130° se conoce como arco funcional del codo, puesto que es posible realizar la mayoría de las actividades cotidianas dentro de ese rango de movilidad.

Los movimientos de flexo-extensión se realizan a través de un eje que discurre por el centro de la superficie articular troclear y que emerge por el centro del cóndilo humeral. Las superficies articulares no forman un ángulo recto con el eje diafisario, sino que se hallan en unos 6° de valgo y por tanto el eje de flexo-extensión es oblicuo. Además, la superficie troclear tiene forma helicoidal.



Todo esto condiciona que en extensión, el eje del cúbito y por tanto del antebrazo, se dirija hacia fuera, formando un ángulo con el eje del húmero.²¹ Este ángulo se denomina ángulo de carga, ángulo de transporte o de *Potter* y varía entre 0 y 10° en hombres y 9-15° en mujeres y da lugar al valguismo fisiológico del antebrazo sobre el brazo^{22,24}.

Figura 6. Esquema del ángulo de carga. Elaboración propia

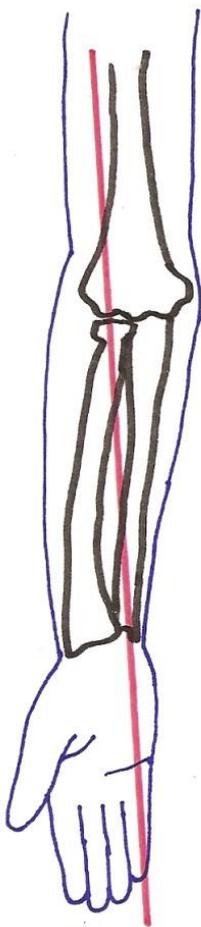
Este valgo se corrige con la flexión del codo y también al pasar de la postura de supinación (mayor valgo fisiológico) a pronación, donde brazo y antebrazo quedan en el mismo eje²⁴. (Figura 6)

La articulación húmero-radial aunque anatómicamente se trata de una enartrosis o articulación esferoidea, funcionalmente está vinculada con la

articulación húmero-cubital y radio-cubital proximal por uniones ligamentosas que restringen su movimiento a dos ejes ²⁰.

El cóndilo de esta articulación corresponde al húmero, por esto se llama cóndilo humeral, mientras que la cavidad glenoidea corresponde a la porción más elevada de la cúpula radial ²¹.

La flexión se realiza principalmente por tres músculos: el músculo braquial anterior, el músculo bíceps braquial y el músculo braquiorradial (también llamado supinador largo). La extensión del codo la realiza el músculo tríceps braquial, sobre todo la porción medial ya que las porciones larga y lateral tiene una acción menor y el músculo ancóneo ²¹.



La articulación radio-cubital proximal es una trocoide que permite el movimiento de rotación del radio sobre el cúbito y de este modo la articulación condílea de la muñeca se transforma en una enartrosis funcional con la resistencia de una condílea ²⁴.

El movimiento de pronosupinación precisa dos articulaciones, la radio-cubital proximal y distal. El eje de movimiento deberá reunir ambas articulaciones y se considera que pasa a través del centro de la fosita articular de la cabeza del radio a nivel proximal y a través del centro de la superficie articular de la cabeza del cúbito, justo al lado de la apófisis estiloides cubital. Se dirige de lateral a medial y pasa aproximadamente por el dedo meñique (Figura.7).

Figura 7. Esquema del eje de pronosupinación. Elaboración propia

El rango de rotación del antebrazo es, aproximadamente, 75-85° de pronación y 85-90° de supinación con una variabilidad entre personas. Estos valores deben medirse desde una posición de 0°, o posición intermedia, que es aquella en la que el codo se halla en flexión de 90°, el pulgar mira hacia arriba y la palma de la mano hacia adentro ²¹ (Figura 8).

La supinación se realiza por la acción del músculo bíceps y el músculo supinador mientras que la pronación la llevan a cabo los músculos pronadores redondo y cuadrado ²².

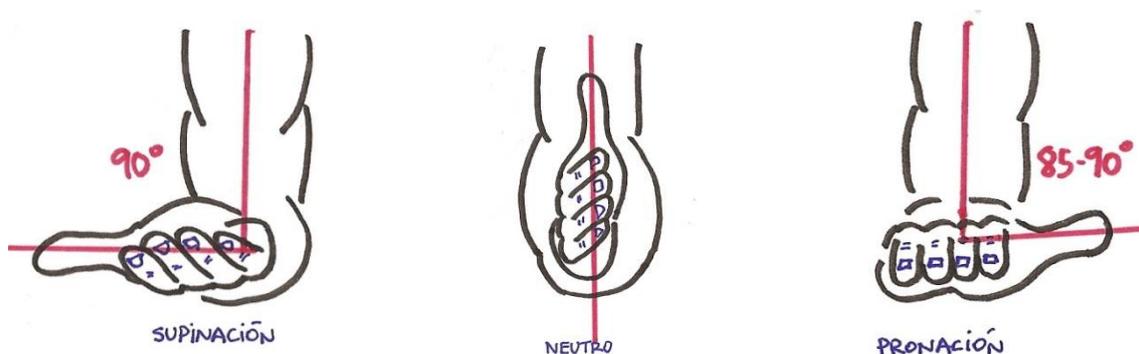


Figura 8. Movimiento de prono-supinación del antebrazo. Elaboración propia.

b) Estabilidad del codo

El codo es una de las articulaciones más congruentes del organismo y, por lo tanto, una de las más estables. La correcta estabilidad del codo depende de los tejidos blandos y óseos

- Los tejidos blandos estabilizadores pasivos del codo son los ligamentos colaterales medial, lateral y la cápsula anterior. El primero es más importante que el segundo para la estabilidad funcional porque el ángulo de carga influye en la carga de fuerza hacia el valgo. La banda anterior del ligamento medial es el ligamento más fuerte del codo y es isométrico, por eso es un estabilizador importante del codo en todos los ángulos de flexión ²³.

- La contribución articular a la estabilidad del codo se basa en tres puntos: la apófisis coronoides, el olécranon y la cabeza radial. La primera es la más importante, resiste la luxación posterior del codo bajo carga axial. El olécranon es la menos importante puesto que es posible resear el 50% del mismo sin causar inestabilidad. La cabeza del radio actúa como parte de un puntal que transmite cargas de compresión axial desde la muñeca al *capitellum*.

La cabeza radial se puede extirpar sin causar inestabilidad funcional, siempre que no existan lesiones asociadas como alteración en la integridad del ligamento colateral medial, rotura del fibrocartilago triangular de la muñeca o membrana interósea, pero el codo estará desequilibrado y la estabilidad dependerá de la resistencia al valgo del ligamento colateral medial ²².

ii. ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DE LA MEMBRANA INTERÓSEA - ARTICULACIÓN RADIO-CUBITAL MEDIA

La articulación radio-cubital media, término sugerido por LaStayo y Lee en 2006 ²⁵ está compuesta por las diáfisis de los dos huesos del antebrazo, cúbito y radio, y la membrana interósea que se encuentra entre ellos ^{16,26}.

1. Anatomía

a. Estructura ósea

El cuerpo del radio se encorva para permitir los movimientos de pronación, formando la curva pronadora. A nivel central el radio presenta una sección triangular con tres bordes: interóseo, que mira hacia el cúbito y es donde se inserta la membrana interósea, posterior y anterior. Estos bordes delimitan las tres caras del radio en su porción diafisaria central: posterior, anterior y lateral ²⁰.

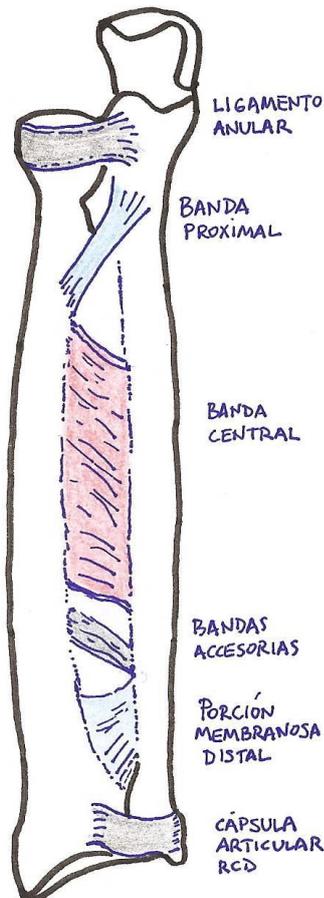
El cuerpo del cúbito tiene una forma también triangular delimitada por tres bordes: interóseo, que mira hacia el radio, posterior y anterior. Estos bordes demarcan tres caras del cuerpo del cúbito: posterior, anterior y medial ²⁰.

b. Membrana Interósea (MIO)

La membrana interósea (MIO) es una estructura fibrosa localizada entre las crestas o bordes interóseos del cúbito y del radio a lo largo del antebrazo y cubre el espacio que hay entre ambos huesos. Las fibras que la componen poseen orientaciones diferentes y su anatomía depende de la localización relativa en el antebrazo ²⁰.

A esta estructura se le denomina también complejo ligamentario interóseo (CLIO) y se pueden distinguir hasta cinco componentes en tres porciones del antebrazo: proximal, media y distal ²⁷⁻³¹. (Figura 9)

- La porción proximal, incluye el cordón oblicuo proximal, banda proximal o ligamento de *Weitbrecht*. Toma su inserción en la tuberosidad y apófisis coronoides del cúbito y se dirige de forma oblicua hacia distal hasta insertarse cerca de la tuberosidad del radio. Es ligeramente más grueso que el resto de la



membrana con valores entre 2,2 y 3,5 mm. La mayoría de las fibras de este ligamento discurren en dirección opuesta a las fibras proximales de la membrana interósea ²⁶. Aunque es un ligamento constante, su constitución es variable.

El otro componente proximal son los cordones dorsales accesorios ³⁰.

Figura 9. Esquema de la membrana interósea. Elaboración propia.

- En la zona media se encuentra el componente más importante, la banda central, también llamado ligamento interóseo ³². Es una estructura aplanada y de forma trapezoidal. Se origina aproximadamente en el 60% de la longitud del radio desde la estiloides radial y se inserta en el tercio proximal del cúbito, con una angulación de las fibras de 21° aproximadamente. Sus propiedades son similares al tendón rotuliano y es tan rígido como el ligamento cruzado anterior ²⁶. En el plano horizontal, la membrana es más gruesa en las zonas de inserción ósea y más delgada en la zona central entre los huesos. Tiene un espesor medio en la franja central evaluado con mediciones por micrometría láser de $2,18 \pm 0,20$ mm y en imágenes de resonancia magnética $1,86 \pm 0,25$ mm ²⁸.

Las bandas accesorias son otro componente de la porción media y su cantidad varía desde una a cinco. Se localiza distal a la banda central y con su misma orientación. Está presente siempre y su papel en la estabilidad del antebrazo es pequeño.

- A nivel distal Se puede distinguir la porción membranosa distal, que consiste en una sustancia matricial con escasa contribución de fibras y su papel estabilizador es menor ^{27,28}.

Estas estructuras no cubren todo el espacio interóseo. En la porción proximal hay un espacio entre las fibras proximales de la membrana y el cordón oblicuo que sirve de paso al tendón del músculo bíceps braquial y para los vasos interóseos anteriores que pasan a posteriores. En la porción distal hay otro espacio para el paso de la arteria interósea anterior hacia posterior en su paso por debajo del músculo pronador cuadrado ²⁰.

2. Función y biomecánica

Las proporciones de colágeno y elastina definen las propiedades mecánicas de un tejido. De esta forma, y basado en estudios histológicos, la MIO está compuesta principalmente por dos componentes:

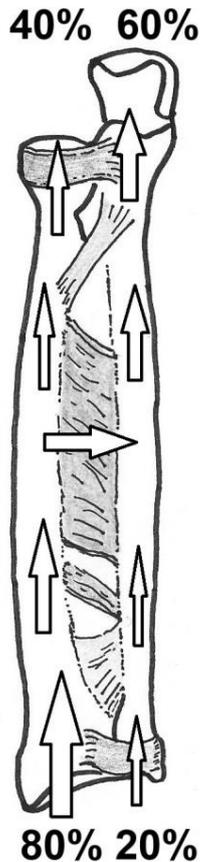
- colágeno (entre 60 y 90%, organizado en fibras paralelas) que proporciona la fuerza de tensión de la membrana. Debido al alto contenido en colágeno, tiene una capacidad limitada de cicatrización con integridad estructural cuando se lesiona ^{26,27,33}.
- Elastina, en menor cantidad, que proporciona soporte y una pequeña elasticidad. La vascularización penetra por la zona más cercana de su inserción en las crestas óseas y es más fina en el centro de la membrana. Con la edad, esta vascularización central desaparece y la rigidez de las fibras disminuye y por esto cambian también las propiedades mecánicas de la membrana ³⁴.

La función de la MIO incluye ^{27,28,30,35}:

- Estabilidad longitudinal del antebrazo.
- Origen o inserción muscular para músculos flexores y extensores de la muñeca y dedos.
- Reducción o soporte entre los dos huesos del antebrazo durante la pronación y supinación (estabilidad transversal).
- Transmisión de fuerzas de la muñeca al codo.

La mayor contribución a la rigidez de la MIO la proporcionan las fibras de la banda central ^{27,28,30,35}. La membrana interósea limita o evita el movimiento anormal del radio y cúbito en el plano longitudinal con los movimientos del antebrazo o al aplicar fuerzas sobre la muñeca y así proporciona estabilidad longitudinal al antebrazo.

La porción proximal de la membrana interósea se tensa en pronación, la banda central en rotación neutra y la porción distal en supinación. De esta manera, y en asociación con las articulaciones radio-cubitales proximal y distal, la membrana interósea ayuda a regular y armonizar la pronosupinación además de dar estabilidad transversal al antebrazo ^{26,36}.



Respecto a la transmisión de fuerzas a través del antebrazo, la articulación radio-carpiana absorbe el 80% de la carga axial o longitudinal que se transmite a través de la muñeca y el 20% por la cúbito-carpiana ³⁷. La fuerza se transmite del radio al cúbito a través de la membrana interósea de tal forma que a nivel del codo, la articulación cúbito-humeral soporta el 60% de la carga inicial y la radio-humeral el 40% ^{19,26,38}. (Figura 10)

Figura 10. Transmisión de cargas axiales a través del antebrazo. Elaboración propia.

iii. ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN RADIO-CUBITAL DISTAL - ARTICULACIÓN DE LA MUÑECA

1. Anatomía

La muñeca es una de las articulaciones biomecánicamente más complejas del cuerpo humano. Permite una gran movilidad a la vez que es capaz de soportar importantes fuerzas de compresión, cizallamiento y torsión sin desestabilizarse ³⁹. La estructura de la muñeca responde a su función con respecto a la posición que el hombro y el codo imponen a la mano en el espacio ⁴⁰. Igual que ocurre en el codo, a nivel de la muñeca se pueden diferenciar tres grupos articulares: radio-carpiano, medio-carpiano y radio-cubital distal. Proporcionan tres planos de movilidad: flexión-extensión, desviación radial- cubital y pronación-supinación, que permiten a la muñeca actuar como una articulación esférica o enartrosis y ofrecer a la mano la posición óptima para llevar a cabo su misión ⁴⁰.

a) Anatomía ósea

Se pueden distinguir las articulaciones radiocarpiana, mediocarpiana y radiocubital distal. (Figura 11)

- *Articulación Radio-carpiana*

La superficie articular distal del radio es levemente cóncava y está inclinada en dos sentidos, una inclinación palmar de aproximadamente 12° en el plano sagital y en el plano frontal unos 22° de promedio de inclinación hacia el lado cubital. La superficie articular distal del radio (glenoide radial) no finaliza en la articulación radio-cubital distal, sino que se continúa medialmente por el disco articular o fibrocartílago triangular de la muñeca. Esta estructura fibrocartilaginosa tiene una sección bicóncava y está encargada de estabilizar la articulación radio-cubital, y a su vez amortiguar las cargas existentes entre la superficie convexa de la cabeza del cúbito con la también convexa parte medial del cóndilo carpiano ³⁹.

La glenoide radial, cóncava, encaja con la convexidad de tres carillas de los huesos de la hilera proximal del carpo. El escafoides y semilunar se articulan con las respectivas carillas del radio, mientras el piramidal lo hace con la parte más externa del disco articular y estructuras capsulo-ligamentosas cubitales ²⁰.

- *Articulación Medio-carpiana*

Corresponde a la articulación entre la fila proximal y distal del carpo. La fila o hilera proximal está formada, de lateral a medial, por el escafoides, el semilunar y el piramidal, y la hilera distal, por el trapecio, el trapezoide, el hueso grande y el ganchoso. Al pisiforme no se le considera un hueso de la hilera proximal sino un sesamoideo respecto al tendón cubital anterior ^{20,39}.

- *Articulación radio-cubital distal (RCD)*

La epífisis distal del radio presenta en su cara medial una superficie articular cóncava, llamada escotadura cubital o carilla sigmoide radial, destinada a articular con la cabeza del cúbito. Esta carilla articular presenta un radio de

curvatura de 60°, casi el doble del de la cabeza cubital que es de 100°. Esta diferencia de curvatura conduce a una incongruencia que permite el movimiento de rotación y traslación en la articulación ^{20,41}.

La epífisis distal o cabeza del cúbito tiene dos superficies articulares: el *asiento* o circunferencia articular cubital que articula con la carilla sigmoide del radio distal; y el *domo*, que forma la superficie de deslizamiento del disco fibrocartilaginoso del fibrocartílago triangular y puede tener forma plana o levemente esférica ⁴².

Aproximadamente 220° de la cabeza cubital está cubierta de cartílago, con 130° sobre el asiento cubital que sirve de superficie de deslizamiento para la rotación del radio ⁴¹.

Hay una considerable variación en la anatomía de esta articulación con tres configuraciones básicas en el plano coronal descritas por Tolat ⁴³:

- Tipo I o vertical: cuando la carilla articular es perpendicular al eje del radio. Está presente en el 55% de los individuos.
- Tipo II u oblicua: cuando la carilla presenta una inclinación cubital, presente en el 33% de los casos.
- Tipo III u oblicua invertida, cuando la carilla articular presenta una inclinación radial. Es la menos frecuente con un 12% de los individuos.

En el plano transversal hay cuatro tipos morfológicos: concavidad plana, la más frecuente, presente en el 42% de la población, tipo pista o pendiente de esquí, presente en el 14%, tipo C en el 30% y tipo S, en el 14% ⁴¹⁻⁴³.

La estiloides cubital es una prolongación final del cúbito en su porción dorso-medial y su longitud varía de 2 a 6 mm. Sirve de origen a los ligamentos colaterales cubitales y cúbito-carpianos y a las fibras superficiales de los ligamentos radio-carpianos. En su base se encuentra la fóvea, una concavidad desnuda de cartílago, pero con abundante vascularización. Representa el centro geométrico de rotación de la articulación radio cubital, proximal y distal, y anclaje de los ligamentos

radio-cubitales y cúbito-carpianos. En la zona dorso-radial de la estiloides se aprecia un surco para el paso del tendón cubital posterior ^{20,41}.

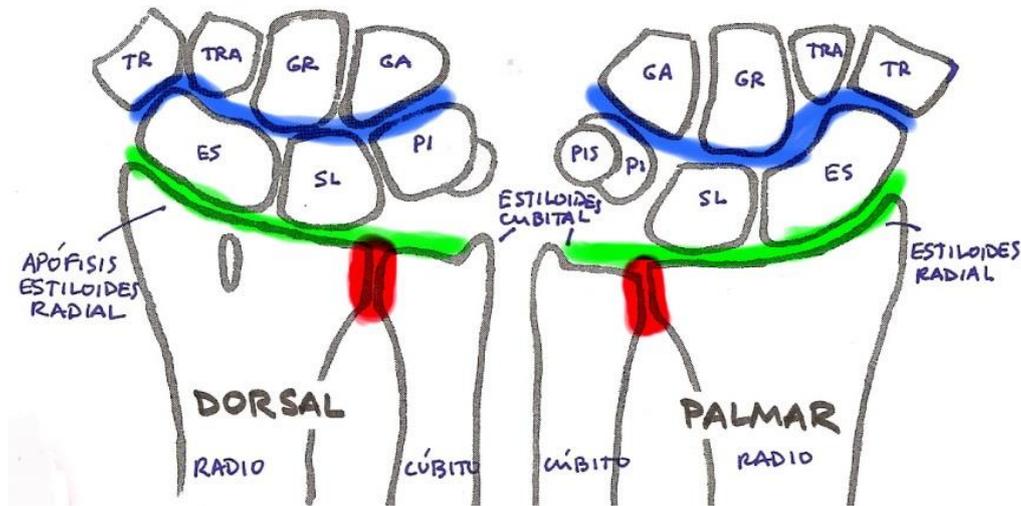


Figura 11. Esquema de las articulaciones de la muñeca. En rojo la radiocubital distal, en verde la radiocarpiana y azul la mediocarpiana. ES: escafoides, SL semilunar, PI piramidal, PIS pisiforme, TR trapecio, TRA trapezoide, GR hueso grande y GA ganchoso. Elaboración propia.

b) Ligamentos y cápsula

A diferencia de la articulación del codo en la que una única cápsula articular engloba las tres articulaciones presentes, en el caso de la muñeca, a excepción de presencia de lesiones traumáticas o degenerativas, las tres articulaciones presentan cada una su propia cápsula.

En la muñeca se distinguen dos tipos de ligamentos: extrínsecos e intrínsecos. Los extrínsecos unen los huesos del carpo con el radio o el cúbito, mientras que los intrínsecos relacionan los huesos carpianos entre sí y el radio con el cúbito ³⁹.

- *Articulación radio-carpiana.*

La cápsula radio-carpiana se extiende desde el contorno de la superficie articular del radio y el disco articular (fibrocartílago triangular) a la periferia de las carillas articulares de los tres huesos de la primera hilera del carpo (escafoides, semilunar y piramidal)

En la parte anterior y posterior, la cápsula articular se refuerza mediante complejos ligamentarios radiales y cubitales, palmares y dorsales. Podemos destacar: ^{18,20,39} (Figura 12)

- *Ligamentos extrínsecos radiocarpianos palmares.* Tiene su origen en el borde anterior de la estiloides radial y con un trayecto oblicuo de fuera adentro y de proximal a distal. Envían fascículos al borde proximal de los tubérculos del escafoides, a la cara anterior del hueso grande y a la cara anterior del semilunar y piramidal.
- *Ligamentos extrínsecos cúbitocarpianos palmares.* Se originan en el borde anterior del fibrocartílago triangular y, con un trayecto oblicuo, emiten fascículos hacia las caras anteriores de los huesos piramidal, semilunar y hueso grande. Los ligamentos radiales y cubitales convergen en el carpo formando la V distal o ligamento arqueado anterior.
- *Ligamentos extrínsecos radiocarpianos dorsales.* Se originan en el borde posterior de la carilla articular del radio y en dirección oblicua se insertan en la cara dorsal del escafoides, semilunar y piramidal.
- *Ligamentos extrínsecos cúbitocarpianos dorsales.* Tienen su origen en la apófisis estiloides del cúbito y disco articular y se dirigen a la región posterior del hueso piramidal.
- *Ligamentos colaterales radial y cubital.* Se originan en las apófisis estiloides de radio y cúbito y se insertan en el tubérculo del escafoides, en el caso radial y en el pisiforme y piramidal en el caso cubital.

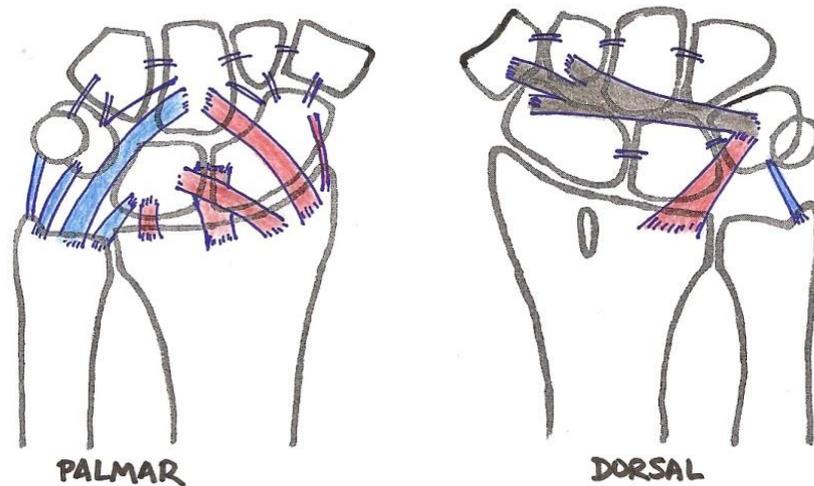


Figura 12. Ligamentos radiocarpianos en rojo, cúbitocarpianos en azul. Elaboración propia.

- *Articulación medio-carpiana*

La cápsula articular es única para la articulación mediocarpiana. Se inserta en la periferia de las superficies articulares de los huesos de la primera y segunda hilera del carpo, mientras que la membrana sinovial puede extenderse hacia los huesos de la hilera proximal, excepto la articulación del pisiforme o hacia los huesos de la hilera distal y articulaciones carpometacarpianas ²⁰.

Los refuerzos capsulares comprenden ligamentos extrínsecos, que son prolongaciones fibrosas de los ligamentos radiocarpianos y cúbitocarpianos. Por otra parte, los refuerzos intrínsecos están formados por los ligamentos intercarpianos palmares y dorsales, que son haces fibrosos que unen tanto los huesos adyacentes de una misma fila (escafoides-semilunar-piramidal en la hilera proximal y trapecio-trapezoide-grande y ganchoso en la hilera distal) como las dos filas (fila proximal y distal) entre sí ²⁰.

- *Articulación radio-cubital distal (RCD)*

La cápsula fibrosa de esta articulación se adhiere al borde superior de la escotadura cubital, en la circunferencia articular del cúbito y en los bordes anterior y posterior de los ligamentos radiocarpianos. Es laxa y presenta en la zona proximal un receso sacciforme entre el radio y el cúbito para permitir los movimientos de prono-supinación ²⁰.

La superficie articular distal del radio se continúa medialmente por el disco articular o fibrocartílago triangular de la muñeca, que separa la cabeza del cúbito de la primera hilera del carpo. Tiene forma triangular. Su base se inserta en el borde inferior de la escotadura cubital del radio y el vértice en la base de la apófisis estiloides del cúbito.

Se denomina *complejo fibrocartílago triangular* (CFCT) a un conjunto de estructuras anatómicas localizadas entre el radio y cúbito, en posición distal, que se comportan como una unidad funcional. Incluye el complejo ligamentario que estabiliza la articulación durante la rotación del antebrazo y el componente fibrocartílago que transmite la carga a través de la articulación radiocubital ⁴⁴.

El *complejo fibrocartílago triangular* comprende los ligamentos radiocubitales dorsal y palmar, el disco articular, los ligamentos cúbitocarpianos, la vaina del tendón cubital posterior y el menisco homólogo, que es un repliegue de tejido blando que rellena el espacio entre la cápsula cubital, el disco articular y la porción proximal del piramidal ^{20,41,42}. (Figura 13)

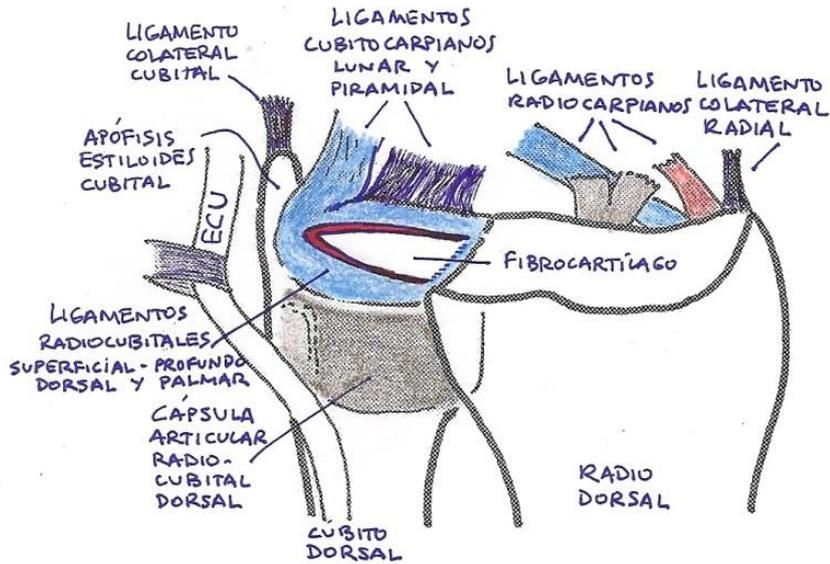


Figura 13. Esquema de la articulación radiocubital distal. Complejo fibrocartilágneo triangular CFCT. Elaboración propia.

La articulación radiocubital distal es incongruente, con una cabeza cubital menor en circunferencia que el arco correspondiente de la carilla sigmoidea radial. Esta articulación ósea contribuye al 20% de la estabilidad. El resto depende de estructuras estabilizadoras intrínsecas y extrínsecas ⁴¹.

➤ Estabilizadores intrínsecos o intracapsulares.

Los ligamentos intrínsecos radio-cubitales palmar y dorsal son los estabilizadores primarios de la articulación radio-cubital distal. Se extienden desde la zona palmar y dorsal de la carilla sigmoidea radial distal hasta el cúbito en una configuración triangular con el fibrocartílago o disco articular entre ellos. Se dividen en fascículo profundo (también denominado *ligamentum subcruentum*) que se inserta en la fovea y superficial que se inserta en la base de la estiloides cubital. Su comportamiento durante los movimientos de la muñeca son diferentes ⁴¹.

Durante la pronación del antebrazo, el fascículo superficial del ligamento radiocubital dorsal se tensa y desplaza el cúbito a dorsal. Con un desplazamiento progresivo dorsal, se tensa el fascículo profundo del

ligamento radiocubital palmar proporcionado una sujeción (*checkrein*) del cúbito distal.

Durante la supinación del antebrazo, las fibras superficiales del ligamento radiocubital palmar tiran del cúbito distal hacia la cara palmar y las fibras profundas del ligamento dorsal actúan como tope para prevenir una traslación palmar mayor ⁴⁵. (Figura 14)

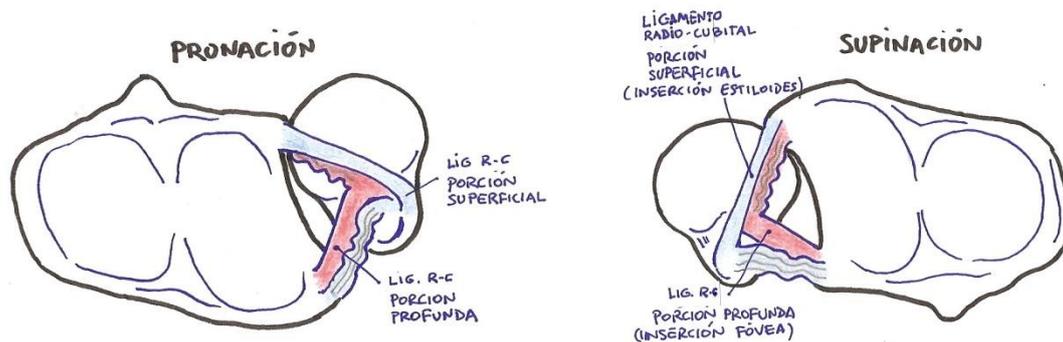


Figura 14. Comportamiento de los ligamentos radiocubitales dorsal y palmar durante los movimientos de prono-supinación. Elaboración propia.

La cápsula articular de la articulación radiocubital tiene un importante papel como estabilizadora de la propia articulación radio-cubital distal ⁴¹. La sección de la cápsula dorsal produce una inestabilidad dorsal significativa, mientras que la sección de la cápsula palmar produce inestabilidad palmar.

➤ Estabilizadores extrínsecos.

Los tejidos blandos estabilizadores extrínsecos o extracapsulares de la articulación radiocubital distal tienen un papel menor en la estabilidad rotacional del antebrazo comparado con los ligamentos intrínsecos radiocubitales ⁴⁵.

Dentro de los estabilizadores extrínsecos se encuentran: el tendón y la vaina sinovial del tendón cubital posterior, el efecto dinámico del músculo pronador cuadrado y la membrana interósea. (Figura 15)

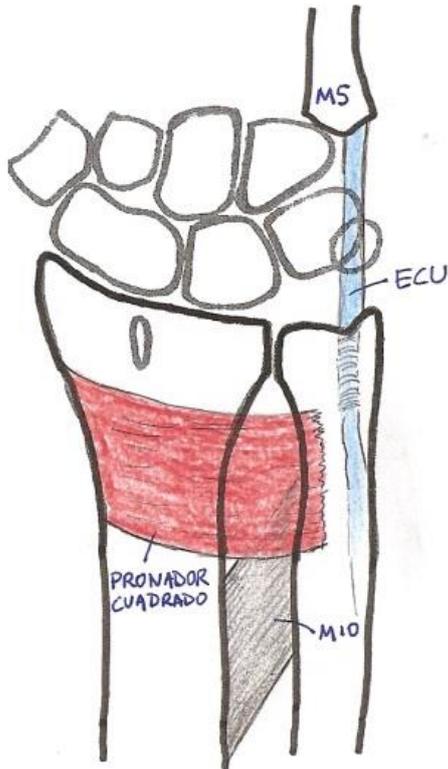


Figura 15. Estabilizadores extrínsecos de la articulación radiocubital distal. Elaboración propia

- El tendón del músculo cubital posterior (*extensor carpi ulnaris* o ECU) tiene su propio túnel osteo-fibroso que fija el tendón (sexto compartimento dorsal) y actúa como un estabilizador dinámico que desplaza a dorsal la zona cubital del carpo y a palmar la cabeza cubital durante la pronación.
- El músculo pronador cuadrado posee dos cabezas, la superficial que actúa como pronador primario del antebrazo y la profunda que mantiene la coaptación del cúbito distal sobre la carilla sigmoidea del radio durante la pronación activa y supinación pasiva.
- La membrana interósea (MIO) tiene un papel muy importante en la estabilidad de la articulación RCD, en su porción central y menor la porción distal ^{41,45,46}.

2. Biomecánica de la muñeca y RCD.

a) Cinemática

La articulación radiocarpiana es condílea con dos ejes de movimiento, uno anteroposterior que atraviesa la cabeza del hueso grande que permite la

desviación radial y cubital (abducción-aducción) y otro transversal que pasa por la estiloides radial y cabeza del cúbito, sobre el que se realiza la flexo-extensión ^{20,39}.

- A nivel de la columna central (radio-semilunar-hueso grande), la distribución del movimiento global de la muñeca entre las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana varía según se considere el movimiento de flexión o extensión de la muñeca. Así, un 60% de la flexión global ocurre en la articulación mediocarpiana y el 40% en la radiocarpiana, mientras que, en la extensión, el 65% se produce en la articulación radiocarpiana y solo el 35% en la mediocarpiana ³⁹. La amplitud de la flexo-extensión de la muñeca presenta unos valores entre 85-0-85°. (Figura 16)

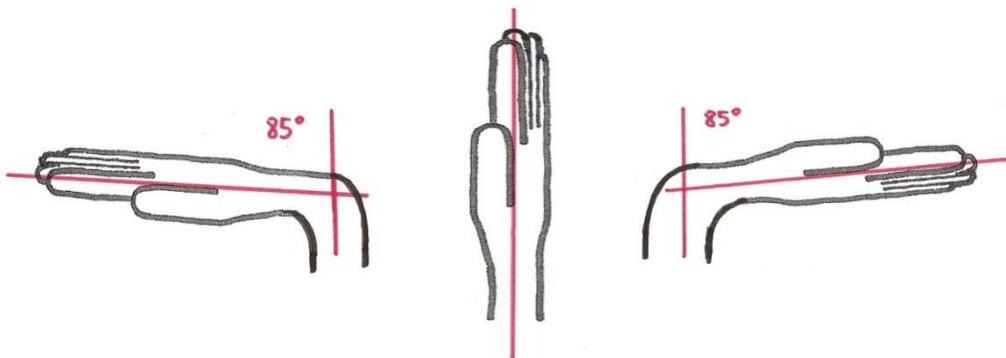


Figura 16. Movimiento de flexo-extensión de la muñeca. Elaboración propia.

- El movimiento de desviación cubital o aducción, acerca la mano situada en posición anatómica al cuerpo, mientras que la desviación radial o abducción la aleja de éste. El centro de rotación de estos movimientos es móvil y se localiza alrededor del centro de la cabeza del hueso grande. La amplitud de la desviación cubital presenta unos valores variables, según el método utilizado para medirla. Si se toma el tercer metacarpiano como referencia, la desviación cubital llega a 30-45°. La amplitud de la desviación radial suele ser de 15-20° ^{24,39}. (Figura 17)

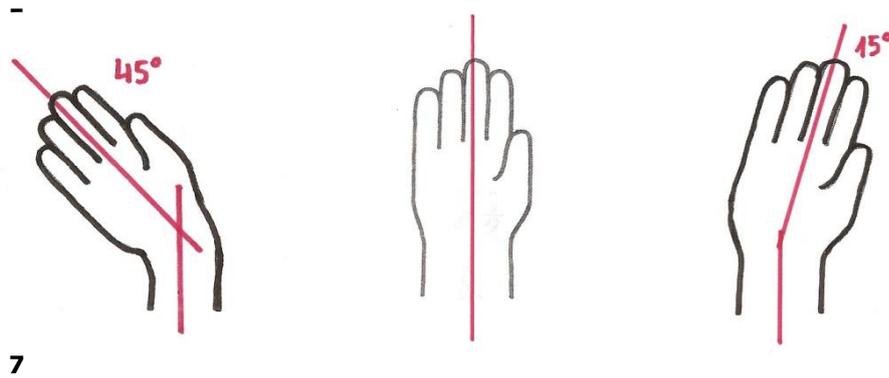


Figura 17. Movimiento de desviación cubital y radial de la muñeca. Elaboración propia.

- La compleja unión radio-cubital distal es una articulación trocoide entre la cabeza del cúbito y la carilla sigmoidea del radio distal que permite, junto con la articulación radio-cubital proximal, el movimiento de prono/supinación del antebrazo. Este movimiento ya se ha descrito en el apartado del codo y varía entre los 85° de pronación y 90° de supinación, con variaciones individuales^{21,24}. El eje de rotación es una línea que une el centro de la cabeza del radio en proximal con la fóvea de la cabeza cubital en distal. (Figura 7)

b) Transmisión de cargas a través de la muñeca

Toda actividad manual en la que se necesite contraer algún músculo de la mano, generará fuerzas axiales a compresión que se transmitirán a los huesos del antebrazo a través de la muñeca. A medida que esas fuerzas progresan proximalmente, se incrementan por la acción de los diversos músculos y ligamentos estabilizadores de cada articulación que atraviesan

39.

Se denomina varianza cubital, al índice de la relación entre el radio y el cúbito a nivel de la muñeca. De esta manera, cúbito *plus* o varianza positiva, varianza neutra y cúbito *minus* o varianza negativa, describen un cúbito más largo, igual o más corto respectivamente, que el radio.

En muñecas con varianza cubital neutra, el 80% de la carga de presión en la muñeca se transmite a través de la articulación radio-carpiana y el 20% a través de la cúbito-carpiana ⁴¹. Del total de las fuerzas transmitidas al radio, alrededor del 60% pasan a través de la articulación radio-escafoides y tan solo el 40% a través de la radio-semilunar. No obstante, estos porcentajes son variables, si se consideran posiciones diferentes de la muñeca. El fibrocartílago triangular recibe mayor carga en pronación que en supinación, mayor en desviación radial que cubital y mayor si se trata de un cúbito largo (cúbito plus o varianza cubital positiva) que si es un cúbito corto (cúbito *minus* o varianza cubital negativa) ^{39,41}.

III. CONCEPTO DE LOS TRES CERROJOS ANTEBRAQUIALES

El antebrazo se comporta como un complejo triarticular en sí mismo ⁴⁷. La unidad radiocubital se debe considerar como una combinación de tres cerraduras o cerrojos, que son la articulación radiocubital proximal (cerrojo proximal), media (cerrojo medio) y distal (cerrojo distal). El estado de este trío determinará la calidad de la biomecánica y función del antebrazo ²⁶. Este concepto está impulsado por autores de la escuela francesa desde *Kapandji* y sobre todo *Sobeyrand* ^{26,47}.

Sobeyrand ²⁶ postula que la alteración o patología de estos cerrojos puede darse en tres estados: bloqueo, inestabilidad o ausencia y afirma basándose en estos hallazgos:

- *El bloqueo de un solo cerrojo bloqueará todo el antebrazo.*
Situación que ocurre en las sinostosis radiocubitales proximal o distal y en casos de retracción de la membrana interósea. En estos casos la prono-supinación estará bloqueada
- *La ausencia de un único cerrojo puede ser compensado por la normalidad de los otros dos.*

Esta situación ocurre en la resección de la cabeza radial o de la cabeza cubital (Darrach) o en caso de una sección aislada de la membrana interósea.

- *La inestabilidad de dos cerrojos no puede ser compensada por la estabilidad aislada del tercero.*

Situación que se da con resección de la cabeza radial (ausencia de cerrojo proximal) y lesión de la membrana interósea (cerrojo medio inestable) esto conlleva una desestabilización general del antebrazo. También puede ocurrir con sección de los ligamentos radiocubitales distales (cerrojo distal) y lesión de la MIO (cerrojo medio). Esto se acompañará de una inestabilidad de la radiocubital distal a pesar de articulación proximal intacta.

- *La inestabilidad de un cerrojo rara vez es un hecho aislado y con frecuencia se acompaña de lesión asociada de ligamento o hueso.*

Este tipo de lesiones pueden ocurrir cuando existe una luxación de la cabeza cubital que se suele asociar lesión de la MIO (parcial o total) puesto que la MIO tiene un papel estabilizador de la radiocubital distal, sin lesión de la membrana rara vez se inestabiliza la articulación distal de forma aislada ⁴⁶.

i. ESTABILIDAD E INESTABILIDAD DEL ANTEBRAZO

La estabilidad del antebrazo se basa en los componentes óseos (radio y cúbito) y los componentes ligamentosos (ligamento anular, membrana interósea y complejo fibrocartílago triangular). El fallo del componente ligamentoso determina una luxación radiocubital.

Se necesitan al menos dos cerraduras intactas para que la movilidad del radio alrededor del cúbito en el movimiento de prono-supinación, tenga una estabilidad fisiológica en dos direcciones: vertical (estabilidad longitudinal) y transversal (estabilidad antero-posterior y medial-lateral) ¹⁶.

- La estabilidad longitudinal es necesaria para mantener las alturas relativas del cúbito y radio. Esto se aprecia en la adecuada relación articular y normalidad o equilibrio de la varianza radiocubital distal a nivel de la muñeca.

Sus componentes son:

- Nivel proximal: la cabeza radial asegura la estabilidad.
 - Nivel medio: la membrana interósea.
 - Nivel distal: principalmente el complejo fibrocartílagos triangular.
- La estabilidad transversal es necesaria para mantener las relaciones antero-posterior y medio-lateral entre los dos huesos. Se manifiesta por el mantenimiento de la distancia entre los dos huesos, sin diástasis radio-cubital ni luxación radiocubital proximal o distal.
- Nivel proximal: el ligamento anular del radio.
 - Nivel medio: la membrana interósea y los músculos del antebrazo, con inserción mixta radial y cubital como el pronador redondo, pronador cuadrado y flexor profundo de los dedos.
 - Nivel distal: el complejo fibrocartílagos triangular, sobre todo los ligamentos radiocubitales distales palmar y dorsal.

ii. CODO, ANTEBRAZO Y MUÑECA.

El antebrazo es una unidad funcional, pero se encuentra en íntima relación a nivel proximal con el codo y a nivel distal con la muñeca. Cualquier cambio en la estabilidad y las relaciones intrínsecas del antebrazo afectarán al codo y a la muñeca.

Una inestabilidad longitudinal como un ascenso del radio dará lugar a conflictos cubito-carpianos y húmero-radiales. De igual manera una luxación o fractura de la cabeza radial o cubital (inestabilidad transversal) entraña alteraciones en el funcionamiento de la muñeca o codo ¹⁶.

iii. PATOLOGÍA

El concepto de los tres cerrojos permite una clasificación de toda lesión osteo-ligamentaria del antebrazo en tres grados o estadios ¹⁶.

- **Grado 1:** afectación de un solo cerrojo
 - 1P. Lesión de cerrojo proximal → fractura o resección de cabeza radial).

- 1M. Lesión cerrojo medio → fractura aislada de cúbito o de ambos huesos del antebrazo.
- 1D. Lesión de cerrojo distal → fractura de radio distal, cúbito distal o ambos, rotura fibrocartílago triangular.

Estadios 1P y 1D. Las fracturas aisladas de la cabeza radial con frecuencia se asocian con lesiones ligamentosas ⁴⁸ que habrá que valorar antes de realizar tratamientos definitivos. Lo mismo puede ocurrir en las lesiones del cerrojo distal, sobre todo lesiones de la membrana interósea.

Estadio 1M. La posible lesión de la membrana interósea, en caso de fracturas diafisarias de los dos huesos del antebrazo, dependerá de la localización y desplazamiento de las fracturas. En caso de fracturas aisladas del cúbito la lesión de la MIO es más rara.

- **Grado 2:** afectación de dos cerrojos

- 2PM. Lesión de cerrojos proximal y medio → fractura de Monteggia.
- 2MD. Lesión de cerrojos medio y distal → fractura de Galeazzi.
- 2PD. Lesión de cerrojos proximal y distal → lesión tipo *criss-cross*.

Estadios 2PM y 2MD. Lesión de cerrojo medio y proximal en caso de una lesión de *Monteggia* que combina una fractura de cúbito y luxación radiocubital proximal (o fractura de cabeza de radio) y cerrojo medio y distal en caso de lesión de *Galeazzi* que combina una fractura de radio distal con una luxación radiocubital distal

Estadio 2PD. Esta lesión es la denominada *criss-cross injury* o lesión entrecruzada que resulta de la combinación de fractura o luxación de la cabeza radial (cerrojo proximal) y luxación de la cabeza cubital (cerrojo distal) con la MIO íntegra (cerrojo medio) ⁴⁹⁻⁵¹.

- **Grado 3:** afectación de los tres cerrojos → Lesión de Essex-Lopresti.

Es la afectación más grave con lesión de los tres cerrojos antebraquiales. Esta lesión produce una dislocación radiocubital general que supone una

inestabilidad longitudinal y también transversal. Este cuadro fue descrito por Essex-Lopresti en 1951 ⁵².

IV. FRACTURA DE LA CABEZA RADIAL

i. REVISIÓN HISTÓRICA

La primera descripción de una lesión del radio proximal fue probablemente a cargo de Pablo de Aegina (625-690 DC). Posteriormente *Hoffa* en 1891 describe dos tipos de fractura de cabeza radial (desplazada y no desplazada) y en 1897 *Helserich* recomienda la resección de la cabeza para deformidades tardías. *Lambotte* en 1909 realiza la primera descripción de osteosíntesis con éxito de una fractura de cabeza radial. *Hammond* en 1910 centra la utilidad de la radiografía para el diagnóstico correcto. *Watson-Jones* en 1930 relata que los buenos resultados en casos de fracturas desplazadas son del 50% ⁴. *Mason* en 1954 publica un estudio con 100 pacientes con fractura de la cabeza radial y describe un sistema de clasificación ⁵³.

En la segunda mitad del siglo XX, se produce un aumento del interés por la anatomía, biomecánica y manejo de estas fracturas. El desarrollo de la osteosíntesis propicia un aumento de su uso para tratar fracturas desplazadas con cada vez mejores resultados. La resección de la cabeza radial para casos de fracturas muy conminutas ha sido una práctica habitual y, a pesar de la buena tolerancia en estudios a largo plazo, se ha detectado un aumento en la incidencia de artrosis. La evolución en el diseño y el uso de nuevos materiales para fabricar prótesis de cabeza de radio, pueden ser una opción de tratamiento para estos casos ⁴.

ii. BIOMECÁNICA Y FUNCIÓN DE LA CABEZA RADIAL.

La cabeza radial estabiliza el codo y antebrazo de dos formas. Primero, el contacto radio-capitular resiste las fuerzas externas a la articulación, previniendo la inestabilidad en valgo y segundo, el antebrazo y la muñeca se

estabilizan al realizar actividad de fuerza mientras la carga se transmite desde la muñeca a la articulación radio-humeral ⁵⁴.

Las fracturas desplazadas de la cabeza radial disminuyen el área disponible para transmisión de la carga y disminuye la estabilidad del codo como resultado de una pérdida de congruencia entre la cabeza radial y el *capitellum* humeral ⁵⁵.

iii. EPIDEMIOLOGÍA

La fractura de la cabeza radial ocurre entre 1.7 a 5.4% de todas las fracturas del cuerpo, del 17 al 19% de los traumatismos que afectan al codo y entre el 33 y 50 % de todas las fracturas de la porción proximal del antebrazo ^{1,56}.

La incidencia varía entre 25 y 39 casos por 100.000 adultos por año con aproximadamente igual afectación por sexos y una edad media en el momento de la lesión de 40 años ^{1,3,55,56}. Las fracturas del cuello del radio son la mitad de frecuentes. La incidencia aumenta con la edad y las fracturas complejas suelen ser menos habituales ^{1,3,4,55,56}.

iv. MECANISMO DE FRACTURA

Caída con la mano en extensión y una leve flexión y pronación del codo

v. LESIONES ASOCIADAS.

La incidencia de lesiones asociadas aumenta desde el 20% en fracturas no desplazadas hasta el 80% en fracturas conminutas ⁵⁷.

Estas lesiones pueden ser a nivel óseo, como fracturas del *capitellum*, de la apófisis coronoides (15%), o luxación del codo asociada en 10 al 15%, según las series, de las fracturas ^{4,57}.

Un estudio evaluó con Resonancia Magnética a 24 pacientes con fracturas de cabeza radial Mason tipo II y II y reveló la incidencia de lesiones asociadas. Este estudio apreció ligamentos del codo no intactos en hasta el 54% para el ligamento colateral medial, 80% del fascículo medio del complejo lateral y hasta el 50% de ambos ligamentos. Otras lesiones como

defectos osteocondrales en *capitellum* en 29% y cuerpos libres hasta el 91% de los casos ⁴⁸. Aunque no todos eran sintomáticos. Esto sugiere que hay muchas lesiones ligamentosas subclínicas que pueden pasar desapercibidas y predisponer a la aparición de síntomas crónicos o tardíos.

La lesión asociada a nivel de la articulación RCD, llamada fractura de Essex-Lopresti, supone una lesión de la membrana interósea, lo que ocasiona una inestabilidad longitudinal del antebrazo. Se diagnostica en menos del 1% de los casos agudos ^{4,57}. Esta es una lesión grave que supone la rotura de todos los cerrojos o estabilizadores del antebrazo.

Las lesiones neurovasculares y musculares son muy poco frecuentes y se dan en casos de lesiones graves ⁵⁷.

vi. CLASIFICACIÓN

La clasificación original propuesta por *Mason* ⁵³ distinguía entre fracturas no desplazadas (tipo 1), fracturas parciales desplazadas (tipo 2) y fracturas desplazadas que afectan a toda la cabeza radial (tipo 3). *Broberg* y *Morrey* ⁵⁸ intentaron cuantificar la afectación de la cabeza radial e incluyeron la presencia de fractura del cuello del radio concomitante. Para considerar desplazada una fractura parcial de la cabeza radial, debe ser de suficiente tamaño (30 % de la superficie articular) y tener al menos 2 mm de desplazamiento. *Johnston* ² incluyó un tipo 4 que consiste en fractura de la cabeza del radio asociada a luxación del codo. *Hotchkiss* ⁵⁹ realizó una nueva modificación de la clasificación de Mason orientada al tratamiento en tres tipos. Tipo I son fracturas no desplazadas (o desplazamiento menor de 2 mm) o fracturas marginales de pequeño tamaño que no bloquean la movilidad y se pueden tratar de forma conservadora. Tipo II son fracturas desplazadas más de 2 mm de la cabeza radial o el cuello sin conminución, pueden producir bloqueo articular y son susceptibles de tratamiento quirúrgico mediante reducción abierta y fijación interna. Las de tipo III son fracturas desplazadas conminutas no susceptibles de reparación y requieren excisión o recambio protésico ³. (Figura 18)

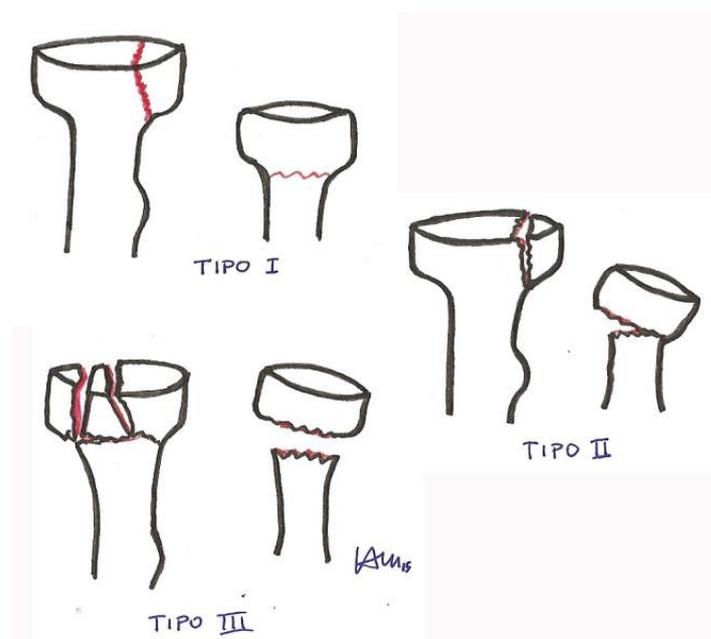


Figura 18. Clasificación de Mason modificada. Elaboración propia.

vii. TRATAMIENTO

El tratamiento está basado en el tipo de fractura y en la presencia de lesiones asociadas, que pueden afectar a los ligamentos o elementos articulares con implicaciones variables en cuanto al pronóstico y manejo.

El tratamiento conservador (inmovilización inicial y movilización posterior) de las fracturas no desplazadas o mínimamente desplazadas es el que ha demostrado los mejores resultados. Las tipo I es aconsejable la aspiración del hemartros y movilización precoz, tras un periodo corto inicial de inmovilización ⁵⁵.

Las complicaciones más frecuentes del tratamiento conservador son la degeneración de las superficies articulares (cerca del 80% de los casos según series), desplazamiento secundario o falta de unión. La resección tardía de la cabeza radial se puede considerar solo si estas complicaciones se hacen sintomáticas.

Las opciones quirúrgicas para las fracturas tipo II y III, incluyen la reducción abierta y fijación interna, artroplastia y resección de la cabeza radial.

La fijación interna de la cabeza radial, siempre que sea posible, es el método de tratamiento de elección. Podemos utilizar placas y tornillos de diversos diseños y tamaños, adecuados para cada paciente ⁵⁵.

La artroplastia de la cabeza radial está indicada para casos fractura desplazada, conminuta y que no sea posible realizar una fijación interna (Mason tipo III) y para aquellas fracturas con lesiones ligamentosas asociadas (luxación de codo o lesión de la articulación radio-cubital distal) o bien lesiones óseas asociadas (fractura de apófisis coronoides o de olécranon conminutas e inestables) ^{55,60}.

La resección de la cabeza radial se reserva para fracturas tipo III no complicadas y en las que no es posible una fijación interna. Está contraindicada en casos de lesión del ligamento colateral medial y en casos de lesión de la membrana interósea asociada.

viii. TÉCNICA QUIRÚRGICA DE EXTIRPACIÓN DE LA CABEZA RADIAL.

Se coloca al paciente en decúbito supino sobre la mesa quirúrgica con el miembro afectado situado sobre el tórax o bien sobre una mesa de mano con el codo flexionado y el antebrazo en pronación para desplazar el nervio interóseo posterior fuera del campo quirúrgico ⁶¹.

El abordaje externo del codo preferido para acceder a la cabeza radial, es el abordaje de Kocher. Se comienza con una incisión de 5 cm por encima del codo sobre el borde supracondíleo externo del húmero y se prolonga de forma arqueada hasta un punto situado sobre el borde posterior del cúbito, a unos 6 cm distales a la punta del olécranon ⁶². Se disecciona en profundidad a través del surco entre los músculos ancóneo y cubital posterior, a veces difícil de ver por la contusión o hemorragia en casos de fractura. Se abre de forma longitudinal la cápsula articular del codo para descubrir el cóndilo humeral, la cabeza radial y el ligamento anular ⁶¹. Se eliminan bien todas las partículas sueltas de hueso y se lava la articulación para limpiarla de restos de hueso esponjoso y coágulos sanguíneos. Se libera de forma cuidadosa el periostio del radio hasta la tuberosidad radial y se realiza una osteotomía perpendicular al eje del radio proximal a la tuberosidad radial y se extirpa la cabeza. Hay que revisar cuidadosamente el espacio para evitar dejar cuerpos óseos libres.



Figura 19. Arriba Rx Antero-Posterior y Lateral de codo con fractura de cabeza radial Mason III. Abajo Rx Antero-Posterior y Lateral de control tras exéresis de la cabeza radial. Elaboración propia.

Puede ser útil reconstruir la cabeza del radio sobre la mesa de quirófano y de este modo nos aseguramos que todo está reseado ⁶².

Una vez la cabeza está extirpada, es conveniente valorar la estabilidad de los ligamentos colaterales medial y lateral, mediante test de estrés de varo y valgo además de la estabilidad axial para valorar lesiones de la membrana interósea mediante test de compresión y distracción, todo ello bajo control radiológico ^{4,54,63}.

Si estos test intraoperatorios son negativos, se repara el ligamento anular y se preserva y refuerza de forma cuidadosa el ligamento colateral cubital lateral (o fascículo medio del complejo ligamentario lateral). Se coloca un drenaje aspirativo y se cierra la herida. Se coloca una férula de yeso a 90° de flexión del codo entre 1 y 2 semanas. Después se coloca un cabestrillo y comienzan los ejercicios de movilización del codo de forma gradual ⁶². (Figura 19)

V. HISTORIA DE LA PRÓTESIS DE LA CABEZA RADIAL EN TRAUMATOLOGÍA

Las primeras descripciones del uso de prótesis de cabeza radial fueron en el año 1941 a cargo de *Speed* ⁶⁴ que describió el uso de un casquillo o capuchón realizado sobre moldes de cabezas de radio resecadas que se podría colocar sobre el cuello del radio y actuar como una prótesis anatómica de la cabeza radial para prevenir la formación de hueso o calcificaciones heterotópicas.

Diez años más tarde, en 1951, *Carr* ⁶⁵ fue el primero en comentar que la prótesis aumenta la estabilidad del codo frente a la resección aislada y ese mismo año *Essex-Lopresti* ⁵² describió dos casos de fractura de cabeza del radio asociadas a disociación radiocubital distal. Este autor no utilizó en sus pacientes prótesis radiales, pero sugirió su uso temporal hasta que el antebrazo cicatrizara y se hiciera estable.

En 1953, *Cherry* ⁶⁶ describió un segundo tipo de prótesis de cabeza radial hecha de resina acrílica para prevenir la migración proximal del radio y dar la adecuada tensión sobre la articulación radiocubital distal. De esta forma, intentar mantener normalizado el ángulo de carga del codo y prevenir el cúbito valgo. De cualquier manera, el uso de prótesis de cabeza radial en estos años era bastante escaso.

En el año 1969, *Swanson* ⁶⁷ desarrolló una prótesis de cabeza radial de silastic o silicona de alta densidad para uso médico. A pesar de que esta prótesis tuvo una buena aceptación inicial, estudios posteriores han descrito rotura de la prótesis o subluxación, además de reacción de cuerpo extraño a las partículas de silicona o siliconitis ⁶⁸.

Los estudios biomecánicos de esos años mostraban que la prótesis de cabeza radial pudiera restaurar parte de la estabilidad del codo ⁶⁹ y de la estabilidad longitudinal del antebrazo ³⁷, pero para esto sería necesario un implante más rígido. Con este fin, se desarrollaron nuevos tipo de prótesis y se reajustaron las indicaciones para su uso, como *Morrey*⁷⁰ que limita su uso a la presencia de inestabilidad del codo después de la resección de la cabeza radial y disociación aguda de la articulación radiocubital distal.

En el año 1993, *Knight*⁷¹ describió el desarrollo y uso clínico de una prótesis unipolar de *vitalium* (aleación de cromo, cobalto y molibdeno). *Judet*⁷² introdujo la prótesis bipolar con resultados prometedores en 1994. Esta prótesis flotante está hecha de aleación de cromo-cobalto y consiste en dos partes (vástago y cabeza) conectadas por una articulación esférica que le permite una movilidad de 35° en cualquier dirección.

En 1997 se publicó el uso de reemplazo con aloinjerto congelado de la cabeza radial con malos resultados ⁷³ y este procedimiento se ha abandonado. En el año 2001 ⁷⁴ se publicaron los primeros resultados a largo plazo de prótesis monobloque. Los autores concluyen que la colocación de la prótesis está indicada en casos de presencia de inestabilidad del codo.

Los estudios anatómicos y biomecánicos posteriores, han definido las dimensiones de radio proximal, así como la relación entre el cuello y la cabeza del radio. Estos estudios ⁷⁵ recomiendan el uso de prótesis unipolares modulares. La tendencia actual es hacia el uso de este tipo de prótesis que han demostrado buenos resultados clínicos ^{12,76}.

A día de hoy, la variabilidad de los diámetros, altura, offset medial y ángulo cérvico-cefálico de la cabeza radial natural, sigue siendo difícil de reproducir, incluso con los implantes de última generación y las posibilidades que ofrecen los componentes modulares ⁷⁷.

VI. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO

El retraso en el diagnóstico y la presencia de inestabilidad en el antebrazo, es uno de los principales factores pronósticos negativos de estas lesiones, de ahí, la importancia del diagnóstico precoz y preciso.

Además de una adecuada historia clínica y una meticulosa exploración física, podemos utilizar los siguientes métodos de exploración:

i. RADIOGRAFÍA ESTÁTICA

En el momento de un traumatismo es la exploración más básica. Debe incluir codo y muñeca para analizar la articulación radio-cubital proximal, media y distal. (Figura 20)

En el caso de lesión crónica, se pueden valorar cambios degenerativos y alteraciones en las articulaciones proximal y distal, así como varianza cubital positiva respecto a contralateral (por migración proximal del radio).



Figura 20. Radiografía simple de antebrazo completo. Fractura aguda de Essex-Lopresti. Flecha negra señala la fractura de la cabeza radial. Flecha blanca señala la articulación radiocubital distal. Elaboración propia

ii. RADIOLOGÍA DINÁMICA

Se realizan bajo anestesia en quirófano y busca inestabilidad longitudinal o transversal del antebrazo.

- La longitudinal se explora mediante el *axial stress test*. Se aplica distracción y compresión a lo largo del lado radial del antebrazo. El brazo se coloca en rotación neutra y el codo flexionado 90 grados. Para la distracción, se fija firmemente el húmero y se aplica fuerza axial tirando de los dedos y se realiza la radiografía antero-posterior. Para la compresión se realiza la fuerza en sentido contrario y se realiza otra radiografía. Se mide la migración radial proximal o varianza cubital positiva. Una variación igual o mayor de 3 mm se considera significativa y refleja rotura de la membrana interósea ⁵⁴. Una variación mayor de 6 mm indicaría lesión asociada del complejo fibrocartílago triangular ⁶³. (Figura 21)

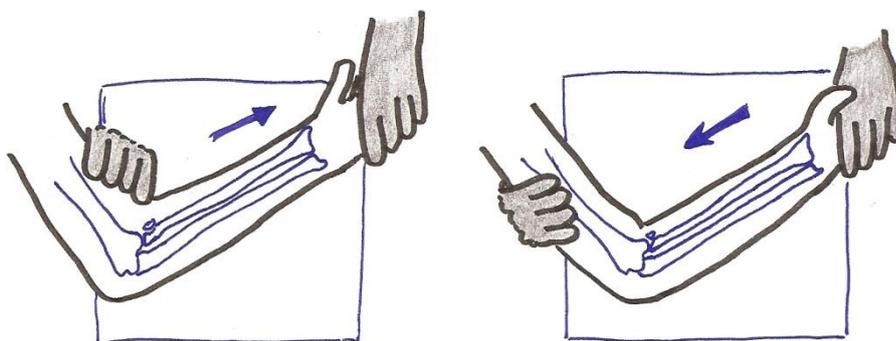


Figura 21. Test de compresión-distracción axial. Elaboración propia.

- La estabilidad en valgo del codo se puede evaluar mediante el *valgus gravity stress test*. El paciente se coloca en decúbito supino sobre la mesa de quirófano con el codo flexionado 30 grados para desenganchar el olécranon de la tróclea humeral y para establecer una referencia para cuantificar la apertura articular medial. El húmero proximal descansa sobre la mesa con el hombro en rotación externa y el propio peso del brazo proporciona un estrés en valgo a través del codo. La radiografía se realiza en el codo en sentido antero-posterior y se puede cuantificar la inestabilidad en

valgo midiendo la distancia cubito-humeral en el lado medial y lateral. La diferencia entre ellos es la apertura articular medial y se calcula antes y después del test de estrés. La apertura articular medial se clasifica en 4 tipos (del 0 sin apertura articular a III con luxación del codo) ⁵⁴. (Figura 22)

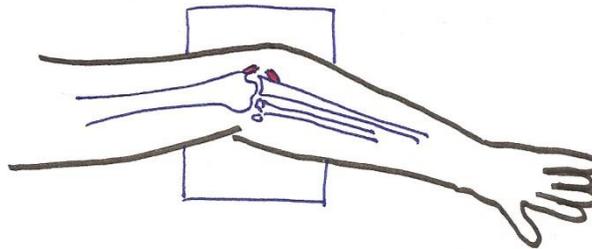


Figura 22. *Valgus gravity stress test.* Elaboración propia.

- La estabilidad transversal se explora mediante manipulación de la articulación radio-cubital distal y valorando el desplazamiento anómalo o luxación de la articulación y la presencia de diástasis radiocubital.

iii. TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTERIZADA (TAC)

El estudio mediante TAC nos aporta información sobre el estado y relaciones de las articulaciones del codo en relación a su estructura ósea. Además, nos permite la reconstrucción tridimensional para una mayor definición de las lesiones. Esto es muy útil en fracturas agudas para planificar el tratamiento. En casos de lesión crónica puede mostrar la presencia de lesiones degenerativas tanto a nivel de la articulación radiocubital proximal como distal. Las ventajas son la buena definición de la estructura ósea, la rapidez, la disponibilidad, y una menor sensación de claustrofobia que en casos de estudios de resonancia magnética. Como inconvenientes podemos citar que es un estudio con radiación ionizante y la información que aporta sobre partes blandas es menor que la RM. (Figura 23)



Figura 23. Imagen TAC de fractura de cabeza de radio y reconstrucción tridimensional. Elaboración propia.

iv. RESONANCIA MAGNÉTICA (RM)

Es el método de diagnóstico por imagen más utilizado y *gold standard* para detectar lesiones de la membrana interósea ^{28,78,79}. Sus cualidades son la resolución espacial y la reproductibilidad (independencia del operador) aunque presenta algunas deficiencias como su coste, su disponibilidad no siempre es posible, no permite una exploración dinámica y está contraindicada en pacientes con implantes metálicos o claustrofobia.

La MIO aparece hipointensa en T1 y T2 y se visualiza mejor en secuencia con supresión grasa ²⁶. Presenta una tasa de precisión del 96%, un valor predictivo positivo del 100%, negativo del 89-93%, sensibilidad del 87,5-93% y especificidad del 100% ^{28,79}.

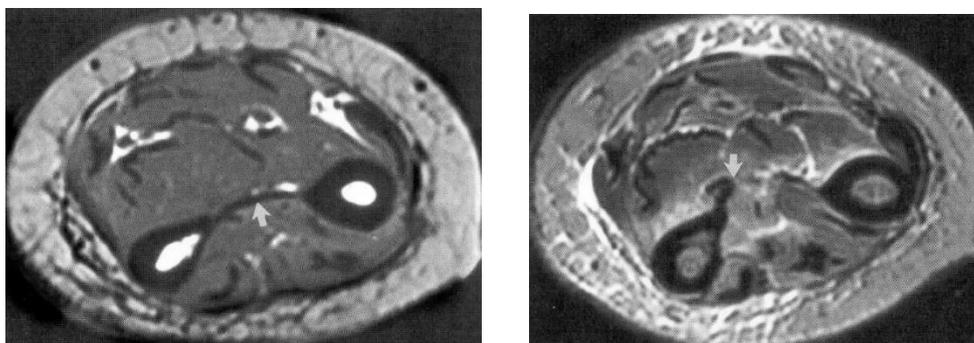


Figura 24. Imagen RM de MIO íntegra (izquierda) y rota (dcha). Elaboración propia.

V. ECOGRAFÍA ESTÁTICA

También llamada ultrasonografía o ecosonografía. Es un procedimiento de diagnóstico que emplea el ultrasonido para crear imágenes del área del cuerpo bajo estudio. El transductor recoge el eco de las ondas sonoras y un ordenador convierte este eco en una imagen que aparece en la pantalla.

La ecografía de la membrana interósea fue descrita en primer lugar por *Wallace* en 1997⁸⁰. Se describe como una estructura continua, altamente ecogénica o hiperecoica, fácilmente distinguible de la musculatura circundante, entre el radio y cúbito. La porción central es la más gruesa e identificable⁷⁸. En caso de ruptura, se identifica como una discontinuidad de la línea hiperecogénica, sobre todo en cortes axiales^{19,81}.

En modelos de cadáver, *Fester* et al⁷⁹ establecieron una sensibilidad del 100%, una especificidad del 89% y una tasa global de precisión del 94% en el diagnóstico de roturas de la membrana interósea. Estos autores no encontraron diferencias estadísticas entre la precisión de la ecografía y la resonancia magnética para el diagnóstico de roturas de la MIO

El inconveniente principal es la dependencia del operador. Sus beneficios son la capacidad de visualizar la MIO directamente, fácil acceso, bajo coste, no hay interferencia con material metálico, posibilidad de realizar exploraciones dinámicas, exámenes bilaterales y su comparación²⁶.

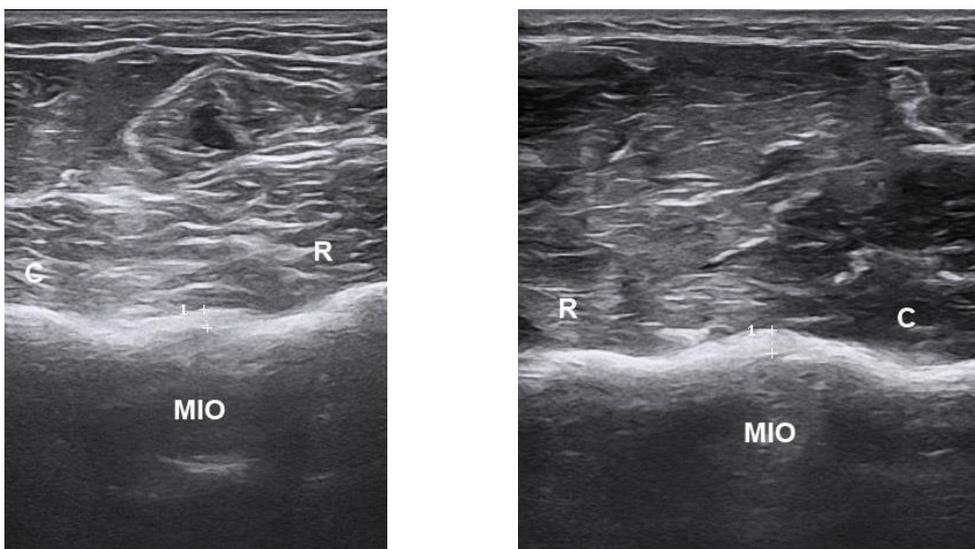


Figura 25. Ecografía estática de la zona central de la membrana interósea. Elaboración propia.

vi. ECOGRAFÍA DINÁMICA

La ecografía permite determinar una rotura de la membrana interósea por la identificación del “*muscular hernia sign*” descrito por Soubeyrand ⁸². Con el antebrazo en rotación neutra y el transductor en la zona dorsal, al aplicar una fuerza de palmar a dorsal del antebrazo con el transductor colocado en éste último, se produce una herniación de la musculatura anterior del antebrazo a través de la membrana interósea dañada o rota ⁸².

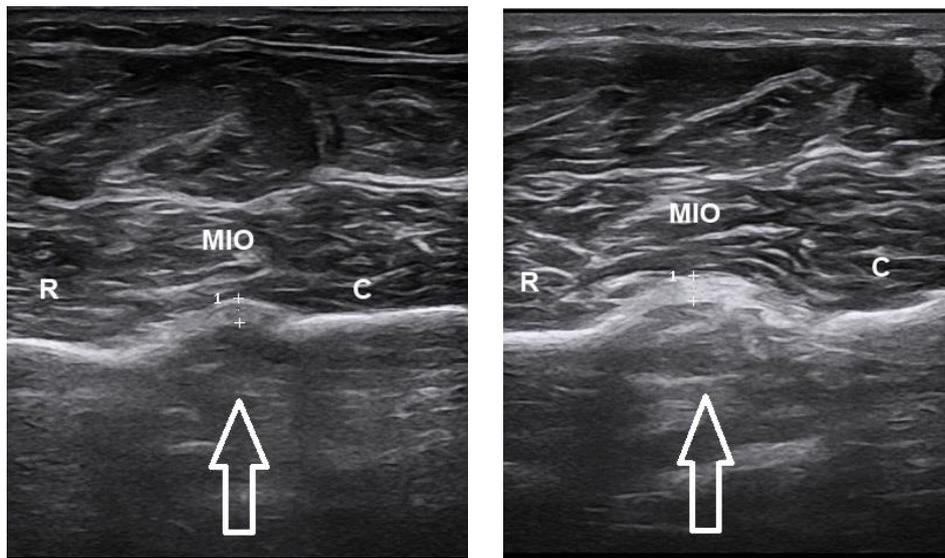


Figura 26. Ecografía dinámica de la zona central de la membrana interósea. La membrana se abomba hacia palmar al aplicar una fuerza con los dedos en la zona dorsal del antebrazo. Elaboración propia.

VII. CALIDAD DE VIDA Y CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD

La Organización Mundial de la Salud ⁸³ definió en 1948 el término salud como un estado de completo bienestar físico, psíquico y social, y no meramente la ausencia de enfermedad ⁸⁴.

El estado de salud, estado funcional y calidad de vida son tres acepciones que se usan indistintamente para referirse al concepto general de salud.⁸⁵ Éste

puede variar desde los aspectos más negativos de la vida, incluida la muerte, a los más positivos como función plena o felicidad.

Utilizamos el término más específico de calidad de vida relacionado con la salud (HRQL, de sus siglas en inglés *health-related quality of life*) porque existen aspectos de la vida que no se consideran generalmente como salud, como nivel de independencia, ingresos y calidad del entorno. A pesar de que la falta de libertad, ingresos bajos o un medio ambiente de mala calidad, pueden afectar negativamente a la salud, estos problemas, a menudo, están alejados de la preocupación médica. Los clínicos se concentran en HRQL, aunque cuando un paciente está débil o enfermo, casi todos los aspectos de la vida se pueden convertir en relacionados con la salud ⁸⁶.

Por todo esto, una definición más adecuada de la calidad de vida relacionada con la salud sería el impacto que la enfermedad y su tratamiento tienen sobre la percepción del paciente de su bienestar ⁸⁴.

La valoración de la calidad de vida relacionada con la salud es importante para medir el impacto de la enfermedad crónica en el paciente y también objetivar la variación de respuestas que se aprecian con frecuencia en pacientes con la misma patología ⁸⁶.

i. MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD

La calidad de vida, relacionada con la salud, se evalúa mediante cuestionarios que estiman aspectos relevantes para el enfermo, el clínico, el investigador o el gestor de servicios sanitarios.

Los cuestionarios se usan para medir diferencias transversales en calidad de vida en pacientes en un punto de tiempo concreto, (instrumentos discriminatorios), o bien, cambios longitudinales en la calidad de vida entre pacientes durante un periodo de tiempo (instrumentos evaluativos). Ambos deben ser válidos (deben medir lo que se supone que tienen que medir) y tener una alta relación del señal al ruido (especificidad y sensibilidad respectivamente) ⁸⁶. Estos cuestionarios deben ser, además, interpretables, es decir, los clínicos y diseñadores de políticas sanitarias, deben ser capaces

de identificar diferencias en puntuaciones que corresponden a diferencias pequeñas, moderadas y grandes ⁸⁶.

Disponemos de dos abordajes básicos para medir la calidad de vida relacionada con la salud (HRQL):

- Instrumentos genéricos

Cuantifican la percepción del paciente sobre su estado de salud, y son aplicables a una gran variedad de poblaciones. Se utilizan para comparaciones amplias del impacto relativo de varios programas del cuidado de la salud. Sin embargo, estos instrumentos genéricos pueden ser menos sensibles a los cambios en condiciones específicas.

Permiten describir el estado de salud de grupos de población o de enfermos con una misma o diferente patología y compararlas entre sí o evaluar el resultado de una intervención.

Los instrumentos genéricos más utilizados son el *Sickness Impact Profile*, el *Nottingham Health Profile (NHP)* ⁸⁸ y el *Medical Outcomes Study Short Form 36 (SF-36)* ⁸⁹. Éste último, es el instrumento genérico más utilizado en la literatura médica y ortopédica, para comparar salud general y problemas músculo-esqueléticos con otras patologías.

- Medidas o instrumentos específicos

Centran su interés en aspectos del estado de salud que son específicos del área de máximo interés ⁸⁶. El instrumento puede ser específico de una enfermedad, de una población de pacientes o de una función o problema concreto ⁸⁶.

ii. ELECCIÓN DE CUESTIONARIOS

La elección de una medida de la calidad de vida relacionada con la salud depende del propósito del estudio que vamos a realizar ⁹⁰.

Los cuestionarios genéricos permiten comparar grupos de pacientes con distintas enfermedades y facilitan la detección de problemas o efectos

inesperados. Pueden ser particularmente útiles para las encuestas que intentan documentar el rango de discapacidad en una población general o en un grupo de pacientes. Los cuestionarios específicos pueden ser más sensibles en la detección de los efectos de las intervenciones terapéuticas y son mejor aceptados por los pacientes porque incluyen aquellas dimensiones que son relevantes para su patología ⁸⁶.

Si un cuestionario está desarrollado en un idioma diferente al nuestro, la simple traducción del mismo es una opción insuficiente ya que debe hacerse una adaptación transcultural, con una metodología que asegure la equivalencia conceptual y semántica con el original y la comprensión por parte de los pacientes de la versión adaptada al nuevo idioma ⁹¹.

iii. CUESTIONARIO DASH

El DASH (*Disabilities of Arm, Shoulder and Hand*) es un cuestionario desarrollado por la *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *The Council of Musculoskeletal Specialty Societies* (COMSS) y el *Institute of Work and Health* de Canadá en 1994 ⁹² ante la necesidad de disponer de un instrumento autoadministrado, que valore el miembro superior como una unidad funcional y permita cuantificar y comparar la repercusión de los diferentes procesos que afectan a distintas regiones de dicha extremidad. Se ha utilizado en numerosos trabajos de varias especialidades donde se ha comprobado su fiabilidad, validez y sensibilidad a los cambios.

El cuestionario DASH ha sido adaptado y validado para el idioma español por dos autores, Sánchez Rosales en 2002 ⁹³ y Hervás en 2006 ⁹⁴.

El trabajo de Rosales está realizado con 42 pacientes afectados de síndrome del túnel carpiano y utiliza los datos de su estudio para adaptar al castellano el DASH y el *Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire*. Concluye afirmando que ambos cuestionarios son conceptualmente equivalentes a los originales con un aceptable nivel de exactitud ⁹³.

El estudio de Hervás está realizado con 98 pacientes con afectación de la extremidad superior. Esta autora describe una elevada fiabilidad test-retest

así como una elevada consistencia interna y como conclusión recalca que el cuestionario DASHe es un instrumento fidedigno, válido y sensible que puede proporcionar una medición estandarizada en pacientes españoles con alteraciones musculoesqueléticas de la extremidad superior⁹⁴.

3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

HIPÓTESIS

La resección de la cabeza del radio va a provocar cambios a largo plazo en el equilibrio de fuerzas de la unidad antebrazo, con atrofia y adelgazamiento de la membrana interósea y sobrecarga de la articulación radiocubital distal, produciendo una disminución de la fuerza de soporte del radio y una migración proximal del mismo.

4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

OBJETIVOS

1. Analizar de una forma objetiva el resultado de la resección de la cabeza del radio por fractura aislada, en pacientes menores de 40 años, con un seguimiento mínimo de quince años y su repercusión a nivel del codo, membrana interósea y la muñeca.
2. Valorar el comportamiento de la membrana interósea, analizar sus cambios con el paso del tiempo y sus relaciones con el codo y la muñeca.
3. Analizar la calidad de vida de estos pacientes mediante el cuestionario DASH.

5. MATERIAL Y MÉTODO

El Comité Ético de Investigación Clínica de Navarra (CEIC) ha aprobado la realización de este trabajo, dado ha considerado que se ajusta a las normas éticas esenciales y a los criterios deontológicos necesarios para el desarrollo del mismo. (Anexo 3)

Este estudio se ha llevado a cabo en el Servicio de Traumatología y Cirugía ortopédica (Unidad de Extremidad Superior) del Complejo Hospitalario de Navarra que resulta de la unificación de los antiguos hospitales Virgen del Camino, Hospital de Navarra y Clínica Ubarmin, todos ellos pertenecientes al Servicio Navarro de Salud – Osasunbidea y que cubren el área sanitaria de Pamplona y la zona norte-media de Navarra.

I. TRABAJO DE CAMPO

Se han revisado los libros de quirófano, previa solicitud del permiso pertinente, de los pacientes intervenidos en el Hospital Virgen del Camino, Clínica Ubarmin y Hospital de Navarra por fractura de cabeza de radio mediante resección de la misma desde 1975 hasta 1990. Desde esta fecha y hasta 1999 se revisaron las bases de datos con información de los pacientes intervenidos de la misma manera.

Una vez obtenidos los datos de los posibles candidatos a estudio, se llevó a cabo una valoración mediante revisión de historias clínicas para descartar pacientes que no cumplieran los criterios de inclusión del estudio.

El contacto con los pacientes seleccionados se estableció de forma telefónica. Se les informó sobre las características del estudio y se les solicitó participación voluntaria en el mismo.

Los pacientes que respondieron de forma afirmativa a la petición del estudio se citaron en una consulta de la Clínica Ubarmin por la tarde, fuera del horario de

trabajo habitual y con un intervalo de tiempo para cada paciente suficiente para realiza la entrevista y exploración con comodidad.

Las entrevistas se dividieron en varios apartados:

- En primer lugar, agradecer la participación, información ampliada sobre el estudio a realizar y responder posibles dudas, así como autorización mediante un consentimiento informado realizado expresamente para este estudio (Anexo 3).
- Recogida de datos de filiación y datos clínicos.
- Exploración física de codo y muñeca.
- Realización de estudio ecográfico en ambos antebrazos.
- Solicitud de estudio radiológico de ambos codos y muñecas en dos proyecciones (antero-posterior y lateral).
- Para acabar, los pacientes debían rellenar el cuestionario DASH previa explicación sobre cómo hacerlo y fuera de la consulta (mientras esperaban a realizar la radiografía) para evitar la influencia del explorador.

II. TAMAÑO DE LA MUESTRA

i. MUESTRA INICIAL

Se han recogido los datos de los pacientes intervenidos en el Hospital Virgen del Camino, Clínica Ubarmin y Hospital de Navarra entre los años 1975 y 1999 por fractura de la cabeza del radio mediante resección aguda de la misma. Se han seleccionado aquellos con edad igual o menor a 40 años en el momento de la lesión. Esto hace un total de 98 candidatos a estudio.

ii. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Pacientes menores de 40 años,
- con fractura de la cabeza del radio Mason tipo II o III,
- sin lesiones asociadas ni luxación del codo,
- tratadas mediante resección aguda (antes de 1 semana post fractura)

- con tiempo de evolución mínimo de 15 años.

iii. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Existencia de inestabilidad o lesión del ligamento colateral medial o lateral en el codo.
- Presencia de fracturas asociadas en el codo o luxación.
- Pacientes que tuvieron una resección secundaria o tardía de la cabeza radial.
- Pacientes que hayan tenido lesiones posteriores en el mismo brazo o en el contralateral.
- Pacientes que rechacen participar en el estudio.

iv. MUESTRA FINAL

Del total de noventa y ocho posibles candidatos, seis habían fallecido por causas no relacionadas con la fractura, doce pacientes rechazaron participar en el estudio y veinte pacientes se han perdido en el seguimiento. Los restantes sesenta pacientes fueron revisados en consulta, donde se rechazaron dieciséis casos por no cumplir rigurosamente todos los criterios de inclusión del estudio (diez pacientes con lesiones que afectaban a la extremidad superior ipsi o contralateral, cuatro luxaciones inadvertidas o no anotadas en sus historiales y dos resecciones de más de siete días). Esto hace un total de cuarenta y cuatro pacientes válidos que han sido revisados e incluidos para este trabajo. (Figura 27)

Todos los pacientes relataron una función normal de sus codos previo a la fractura. Ningún paciente había tenido traumatismos o intervenciones quirúrgicas previas en sus codos.



Figura 27. Diagrama de flujo que representa el tamaño final de la muestra.

III. VARIABLES DE ESTUDIO

i. VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

1. Sexo

Variable cualitativa dicotómica hombre o mujer.

2. Edad

Se reflejan dos datos, la edad en el momento de la lesión y la edad en el momento de la evaluación en la consulta.

3. Tiempo de evolución o seguimiento

Se anota el tiempo de evolución de cada paciente desde la intervención hasta el momento del examen.

ii. VARIABLES CLÍNICAS

1. Lado afecto

Se refiere al codo afecto de fractura y posterior resección de la cabeza del radio.

2. Lado dominante

Se refiere a la mano más utilizada por el paciente, generalmente para trabajar o escribir. Variable dicotómica (derecha o izquierda).

3. Tipo de fractura de la cabeza del radio

Según la clasificación de Mason en tres tipos o grados (Figura 16).

4. Dolor

Dolor en reposo o con actividad habitual no forzada en el codo y en la muñeca, valorado mediante escala visual-analógica numérica. Puntuación de 0 (no dolor) a 10 (máximo dolor soportable). Variable cuantitativa discreta. La escala por el otro lado es una EVA (Figura 28).



Figura 28. Escala numérica y escala visual analógica (EVA).

5. Síntomas del nervio cubital

Evaluación de parestesias o disestesias en territorio del nervio cubital (quinto dedo y lado cubital del cuarto de la mano y zona dorsal-cubital de la mano que corresponde a la rama sensitiva dorsal) y presencia o no de signo de Tinel o aparición de clínica dolorosa o disestésica al percudir el nervio cubital a nivel del canal epitrocLEAR en el codo con un martillo de reflejos.

iii. VARIABLES LABORALES Y OCIO

1. Trabajo en el momento de la lesión

Se valora el tipo de trabajo de cada paciente y se divide en trabajo manual y no manual para valorar la carga sobre la articulación del codo y muñeca. Definimos trabajo manual aquel en el que la utilización de fuerza o carga con la extremidad superior es predominante, como, por ejemplo: agricultor, mecánico, albañil, fontanero, transportista etc. Trabajo no manual es aquel en el que el uso de la extremidad superior no supone una sobrecarga o fuerza predominante, como, por ejemplo: profesiones liberales, profesor, informática, oficinista etc.

2. Trabajo posterior a la lesión

Se valora si hay un cambio en el tipo de trabajo posterior a la intervención y si es debido a problemas relacionados con la lesión.

3. Solicitud de incapacidad

Indica la limitación posterior a la lesión para desarrollar el trabajo previo.

4. Aficiones manuales

Es de utilidad para valorar la respuesta de la extremidad afecta en actividades que pueden sobrecargar el codo o la muñeca como actividades deportivas, entre ellas destacan pelota vasca, tenis, pádel, bicicleta, remo etc. y otras como bricolaje o huertas de ocio.

iv. VARIABLES DE SATISFACCIÓN

1. Impresión subjetiva del paciente

Se le preguntó a cada paciente por su impresión sobre su proceso a lo largo del tiempo de evolución. Se establecieron cuatro opciones: muy satisfecho, satisfecho, poco satisfecho e insatisfecho.

V. VARIABLES DE FUNCIÓN BIOMECÁNICA

1. Movilidad

Se realizaron mediciones en el lado afecto y en el lado no afecto que utilizamos como medida control. Las medidas se realizan con un goniómetro estándar (Figura 29) y se expresan en grados. Variable cuantitativa continua.

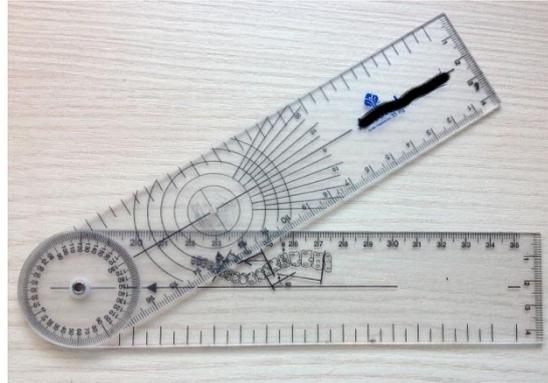


Figura 29. Goniómetro estándar.

- Movilidad en flexo/extensión de codo medido con goniómetro estándar con el antebrazo en rotación neutra. El goniómetro se colocó en la cara externa del codo.
- Movilidad de prono/supinación del antebrazo medido con goniómetro estándar con el codo a 90° de flexión, desde la posición neutra hasta la prono-supinación máxima.
- Movilidad de flexión y extensión máximas de la muñeca medida con goniómetro estándar con la muñeca en pronación. La flexión se midió con el goniómetro colocado en la zona dorsal de la muñeca y la extensión en la cara palmar de la misma.
- Movilidad de desviación radial y cubital máximas con goniómetro estándar colocado en la zona dorsal de la muñeca en posición

neutra de flexo-extensión (mano apoyada sobre la mesa de exploración) y tomando el eje del antebrazo y tercer radio.

2. Fuerza

Se realizaron mediciones en el lado afecto y el lado no afecto que se utiliza como control. Los valores obtenidos se expresan en kilogramos de fuerza (kg_f) o kilopondios (kp). La equivalencia con newtons, que es la medida del sistema internacional es $1 \text{ kg}_f = 9.8 \text{ N}$. Variable cuantitativa continua. Para valorar la fuerza en codos y muñecas utilizamos el dinamómetro digital Hoggan MicroFET 2 (*Hoggan Scientific L.L.C. Salt Lake City, Utah*) (Figura 30). Para valorar la fuerza de presa de puño utilizamos un dinamómetro tipo Jamar (Figura 33).



Figura 30. Dinamómetro digital Hoggan MicroFET 2 (*Hoggan Scientific L.L.C. Salt Lake City, Utah*).

- Fuerza del codo en flexión y extensión con el antebrazo en supinación (medición de fuerza del músculo bíceps braquial-braquial anterior y del tríceps) mediante dinamómetro digital Hoggan MicroFET 2. La medición se realiza con la resistencia del goniómetro vencida por el paciente. Se coloca el dinamómetro en la zona distal volar de la muñeca para valorar la flexión y sobre la zona dorsal distal para medir la extensión. El codo del paciente se coloca apoyado sobre la mesa de exploración entre 90° y 120° de

flexión. Se realizan dos mediciones y se calcula la media aritmética de ellas. (Figura 31).



Figura 31. Fuerza de flexión y extensión del codo medido con dinamómetro Hoggan MicroFET 2. Elaboración propia.

- Fuerza de la muñeca en flexo/extensión (medición de fuerza de *flexor carpi radialis* FCR o músculo palmar mayor y de extensor de primer y segundo radiales o *extensor carpi radialis longus y brevis* ECRL y ECRB) mediante dinamómetro digital Hoggan MicroFET 2. La medición se realiza con la resistencia del goniómetro vencida por el paciente. Se coloca el codo a 90° y el antebrazo en pronación apoyado sobre la mesa de exploración. La muñeca y mano del paciente quedan libres para permitir su movilidad y el explorador sujeta el antebrazo para evitar confusiones en la medición. Se sitúa el dinamómetro sobre la zona dorsal radial de la mano para medir la extensión de la muñeca y sobre la palma de la mano para medir la flexión partiendo en los dos casos con la muñeca en posición neutra. Se realizan dos mediciones y se calcula la media aritmética de ellas. (Figura 32).



Figura 32. Fuerza de flexión y extensión de la muñeca medida con dinamómetro Hoggan MicroFET 2. Elaboración propia.

- Fuerza de prensión del puño. Se realiza la medición mediante un dinamómetro tipo Jamar (*Jamar, Chicago IL*). El paciente se coloca en posición de sedestación, con el hombro en adducción y rotación neutra, el codo flexionado a 90°, el antebrazo en posición neutra, y la muñeca entre 0 y 30° de flexión dorsal, y entre 0 y 15° de desviación cubital, según los criterios de *Mathiowetz*.⁹⁵ Se insta al paciente a realizar un esfuerzo máximo que queda anotado en el dinamómetro. Se utiliza la media de dos intentos realizados de forma alternante para permitir la recuperación muscular. (Figura 33).



Figura 33. Fuerza de presión de puño medida con dinamómetro Jamar. Elaboración propia.

3. Exploración física del codo

Se realizó la exploración del codo afecto con maniobras que valoran su estabilidad. Se anotó la presencia o no de inestabilidad y la aparición de dolor o discomfort con la maniobra.

- Laxitud en valgo del codo a 20° de flexión y antebrazo en pronación.

Se explora la estabilidad externa del codo aplicando una fuerza en valgo con el antebrazo en pronación y supinación y el codo en flexión de 20°. Se considera positivo cuando se aprecia una inestabilidad mayor de 20°.

- Inestabilidad postero-lateral rotatoria.

Se trata de apreciar la estabilidad del codo con las maniobras *pivot shift test*, *posterolateral drawer test* y *chair test*

- *Pivot Shift test*

Con el paciente en decúbito supino sobre la camilla de exploración, se toma el brazo sobre la cabeza del paciente con el antebrazo en supinación y se aplica una fuerza de valgo y compresión axial sobre el codo que está entre 20 y 30° de flexión. Se aprecia una reducción de la subluxación postero-lateral al flexionar más el codo ^{96,97}.

- *Postero-lateral drawer test*

El paciente se coloca en la misma posición que el test anterior, la posición en supinación forzada con el codo a 45° de flexión produce una subluxación posterolateral del codo. Este test se demuestra mejor al combinar la supinación forzada con una fuerza en valgo y compresión axial. En algunos casos no se aprecia la subluxación pero los pacientes muestran aprehensión al realizar la maniobra ⁹⁷.

- *Chair test / push up test*

Se pide al paciente que se levante de la silla asiendo y cargando la fuerza sobre los brazos de la misma con los antebrazos en supinación. En casos de inestabilidad se puede apreciar un resalte en la cara externa del codo, a menudo asociado a dolor local ⁹⁷.

4. Exploración física de la muñeca

Se realizó la exploración de la muñeca del lado afecto con maniobras que valoran su estabilidad y aparición de disconfort o dolor al realizar la maniobra ⁴² y comparativa con el lado contralateral. Mediante los siguientes signos podemos valorar la estabilidad de la articulación radiocubital distal, el dolor a nivel de la misma articulación y alteraciones a nivel del Complejo Fibrocartílago Triangular (CFCT).

○ *Presencia del signo de la tecla de piano*

Con el antebrazo en pronación sobre la mesa de exploración, Se aplica una presión inferior sobre la cabeza del cúbito. En presencia de inestabilidad, la cabeza del cúbito se puede fácilmente deprimir y al soltar la presión, vuelve a su estado normal, como una tecla de piano ⁹⁸.

○ *Peloteo radio-cubital (en supinación, neutro o pronación)*

Se estabiliza el radio distal del paciente entre el pulgar e índice de una mano y con la otra mano se sujeta y moviliza el cúbito distal en dirección volar y dorsal. Movilidad excesiva o dolor, comparado con la otra muñeca, puede indicar inestabilidad. Esta maniobra se realiza en posición neutra, pronación y supinación.

- *Test de rotación resistida*

Con el codo apoyado sobre la mesa, el explorador sujeta la mano del paciente y le insta a realizar pronación y supinación contra la resistencia del explorador. En casos de inestabilidad se produce dolor o movilidad anormal de la articulación
- *Press test*

Se pide al paciente que se levante de la silla asiendo y cargando la fuerza sobre los brazos de la misma. En casos de inestabilidad se puede apreciar una depresión de la cabeza cubital, a menudo asociada a dolor local ⁹⁹.
- *Test de compresión cubital*

Se coloca el codo del paciente en flexión y antebrazo en posición neutra. El examinador aplica una fuerza en dirección radial a la cabeza del cúbito para comprimirla hacia la carilla sigmoidea articular del radio. Se produce dolor en los casos de artritis o sinovitis de la articulación radiocubital distal.
- *Luxación ECU (extensor carpi ulnaris)*

Se coloca el antebrazo en supinación completa. El examinador mueve la muñeca en desviación cubital y palpa el tendón extensor cubital del carpo (*extensor carpi ulnaris*, ECU) sobre la cabeza cubital y evalúa luxación del tendón al mover de posición radial a cubital. Indicativo de sinovitis o deformidad de la cabeza cubital ¹⁰⁰.
- *Test de estrés cúbito-carpiano*

Se coloca el antebrazo vertical con el codo apoyado sobre la mesa de exploración. El examinador sujeta la mano y aplica una fuerza axial sobre la muñeca y la desplaza de forma pasiva de radial a cubital y a su vez en posición de pronación, neutro y supinación.

Se produce dolor en casos de degeneración cúbito-carpiana y roturas o lesiones a nivel del complejo fibrocartílago triangular ¹⁰¹.

vi. ESTUDIO RADIOLÓGICO.

1. Codos

Se realizaron radiografías simples postero-anterior y lateral de ambos codos. Se determinaron los siguientes parámetros:

- *Valoración de cambios degenerativos en la articulación del codo según la clasificación de Broberg y Morrey* ⁵⁸. Grado cero, codo normal; grado I, leve estrechamiento del espacio articular con formación mínima de osteofitos; grado II, estrechamiento moderado del espacio articular con moderada formación de osteofitos y grado III, cambios degenerativos severos con destrucción de la articulación ⁵⁸. (Figura 34)

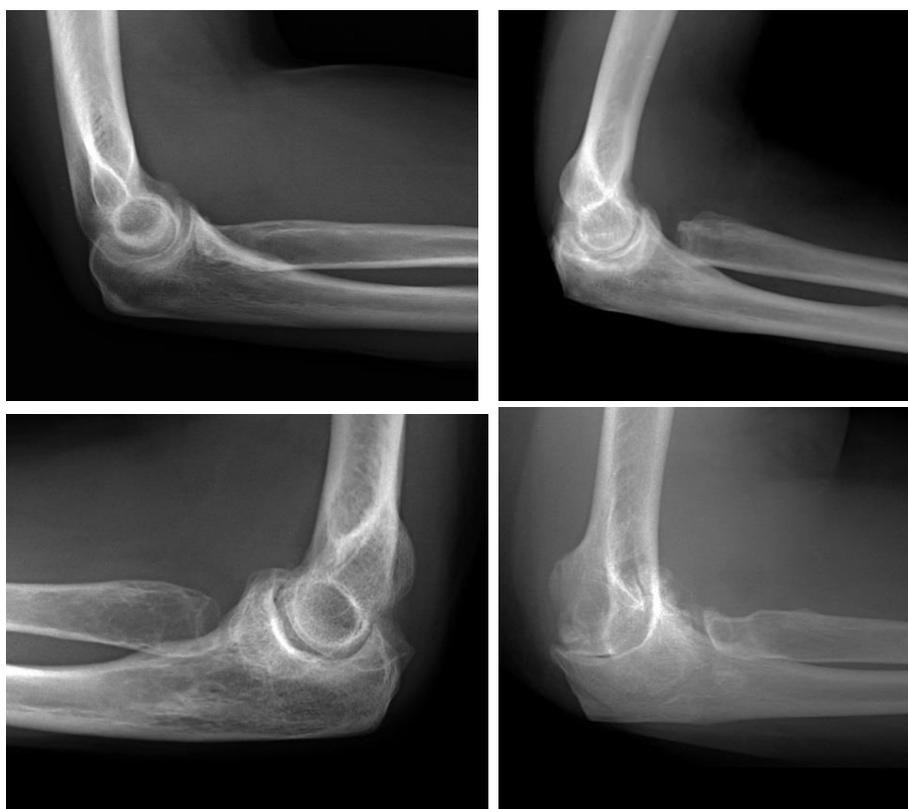


Figura 34. Clasificación de Broberg y Morrey. Arriba izda: Grado 0 (codo normal). Arriba dcha: Grado I (artrosis leve). Abajo izda: Grado II (artrosis moderada) y abajo dcha: Grado III (artrosis severa). Elaboración propia.

- *Presencia de calcificaciones o radiodensidades ectópicas* que se clasifican según aparezcan alrededor de los ligamentos y la cápsula articular, al final del hueso osteotomizado, como cuerpos libres o intramusculares⁵⁸. (Figura 35)



Figura 35. Calcificaciones ectópicas. Elaboración propia.

- *Valoración del acortamiento del muñón radial.*
Se realiza una medición en el lado sano desde la parte más proximal de la cabeza del radio hasta el punto más proximal de la tuberosidad radial (longitud de cabeza y cuello del radio). En el lado afecto se mide la distancia desde muñón radial hasta parte proximal de la tuberosidad radial. El acortamiento del muñón es la diferencia de estas dos mediciones. (Figura 36)



Figura 36. Valoración del acortamiento del muñón radial. Elaboración propia.

○ *Medición del ángulo de carga.*

En la radiografía postero-anterior con el codo en extensión, se mide el ángulo que forma el eje del húmero y el eje del cúbito y se anota la diferencia del lado normal y el afecto. (Figura 37)

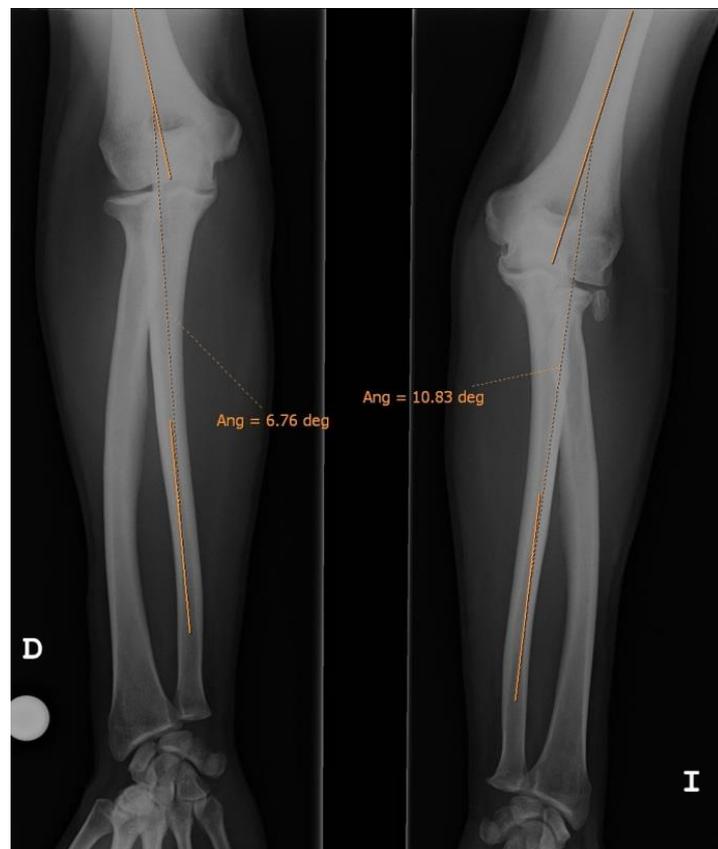


Figura 37. Medición del ángulo de carga. Elaboración propia.

2. Muñecas

Se realizaron radiografías simples postero-anterior y lateral de ambas muñecas en prono-supinación neutra con el hombro a 90° de abducción y codo a 90° de flexión (proyección de Palmer) ¹⁰². Se determinaron los siguientes parámetros:

- *Disbalance radio-cubital*

En la radiografía postero-anterior se realiza una línea perpendicular al eje del radio que pasa por el punto más proximal de la superficie articular radial. La medición de la distancia entre esta línea y el extremo más distal de la cabeza del cúbito (sin incluir la estiloides cubital) es la varianza o disbalance radio-cubital.¹⁰² Puede ser positiva cuando el cúbito es más largo que el radio, neutra o varianza cero y negativa cuando el cúbito es más corto que el radio. Se mide en milímetros y se compara con el lado sano. (Figura 38)

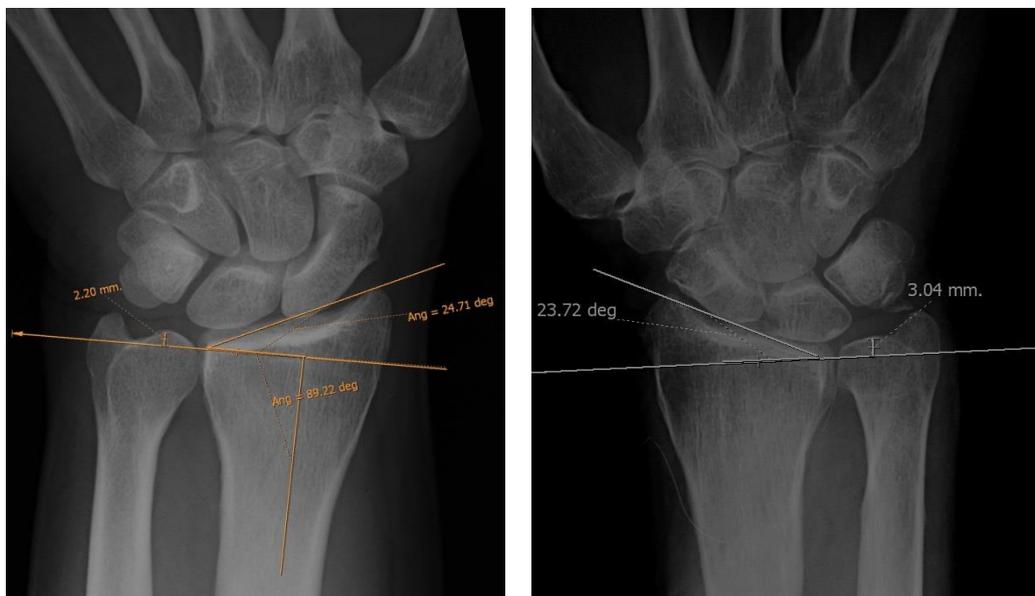


Figura 38. Medición del disbalance radiocubital distal y ángulo de inclinación radial. Elaboración propia.

- *Valoración de cambios degenerativos en la articulación radiocubital distal*

Grado leve: cambios degenerativos mínimos con leve disminución de espacio articular; grado moderado: moderado estrechamiento de espacio articular con presencia de osteofitos y deformidad en cara articular del cúbito, y grave con destrucción articular severa y signos artrósicos evolucionados. (Figura 39)



Figura 39. Artrosis radiocubital distal: de izquierda a derecha, leve, moderada y grave. Elaboración propia.

- *Valoración de cambios degenerativos en la articulación cúbito-carpiana*

Grado leve: cambios degenerativos mínimos con aplanamiento o leve refuerzo de cara cubital del hueso semilunar y disminución del espacio cúbito-semilunar; grado moderado: presencia de refuerzo, aplanamiento marcado o presencia de geodas subcondrales en cara cubital del semilunar y grave con cambios degenerativos marcados y presencia de artrosis severa cúbito-carpiana (Figura 40).

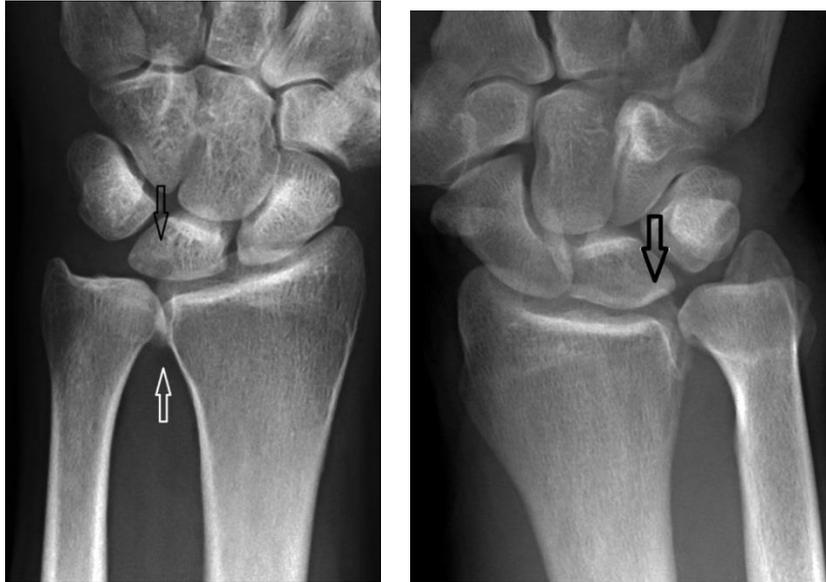


Figura 40. Cambios degenerativos en articulación radiocubital (flecha blanca) y cúbitocarpiana (flecha negra). Izquierda artrosis leve y derecha moderada. Elaboración propia.

- *Medición de ángulo de inclinación de la carilla articular radial*
En la radiografía postero-anterior se realiza una línea perpendicular al eje del radio que pasa por el punto más proximal de la articulación del radio y otra línea desde el punto más cubital del radio a la zona más distal de la estiloides radial. Se mide el ángulo que forman estas dos líneas y se compara con el lado contralateral (Figura 38).
- *Morfología de la articulación radio-cubital distal según la clasificación de Tolat* ⁴³.
Tipo I cuando las dos carillas articulares son paralelas; tipo II cuando la carilla articular tiene una inclinación hacia el cúbito y tipo III cuando la articulación tiene una inclinación hacia el radio.

vii. ESTUDIO ECOGRÁFICO

Paciente en decúbito supino con antebrazo en supinación. Se utilizó un ecógrafo Mindray M7 (Mindray Medical Intl. Ltd., Shenzhen, China) con transductor lineal de 12 MHz de forma perpendicular al eje del antebrazo y

por la cara anterior del mismo. Se tomaron 3 medidas entre el 50 y 60% de la longitud total del antebrazo desde la estiloides radial (zona del ligamento interóseo o banda central de la membrana interósea) y se hizo la media aritmética ¹⁰³. Se compararon con el lado contralateral (3 medidas y se toma la media de ellas). Se identifica la presencia, o no, de membrana interósea a ese nivel, el grosor de la misma y se realiza una prueba dinámica con el transductor colocado en la zona anterior del antebrazo. Se ejerce una presión con los dedos en la zona central de la musculatura dorsal para comprobar su estabilidad así como para evaluar la presencia de "muscular hernia sign" ⁸² que supone insuficiencia o rotura de la banda central de la membrana interósea. (Figura 41)



Figura 41. Izquierda: ecografía estática de MIO. Derecha: ecografía dinámica. Elaboración propia.

viii. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN. CUESTIONARIO DASH. (ANEXO 4)

El DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*) es un cuestionario validado que permite valorar la discapacidad percibida por el enfermo para realizar diversas actividades, incluidas actividades de la vida diaria y síntomas como el dolor, la rigidez o la pérdida de fuerza.

El cuestionario DASH consta de un cuerpo central de 30 preguntas de función/síntomas y 2 módulos opcionales, con 4 ítems cada uno, estos

últimos destinados a medir el impacto de la lesión de miembro superior al tocar instrumentos musicales y realizar deporte o trabajar.

El cuestionario DASH se puntúa en dos componentes: las preguntas de la escala de discapacidad/síntomas (30 preguntas, puntuados del 1 al 5), y la sección opcional del módulo de trabajo o el de actividades especiales deportes/música (4 preguntas, puntuadas del 1 al 5). Cada ítem se puntúa de 1 a 5 con valores crecientes en función de la intensidad de los síntomas

1. Puntuación de discapacidad/síntomas

Se deben completar al menos 27 de las 30 preguntas para poder obtener la puntuación. Los valores asignados a cada una de las respuestas son sumados y divididos por el número de respuestas, con lo que se obtiene una puntuación promedio de 1 a 5. Este valor se transforma a una puntuación de 0 a 100, restando 1 y se multiplica por 25. Esta transformación se realiza para hacer más fácil la comparación con otros instrumentos de medición que dan sus resultados en escalas de 0 – 100. A mayor puntuación significa una mayor discapacidad ¹⁰⁴. Los módulos opcionales, se puntúan por separado siguiendo el mismo método.

2. Módulos opcionales (deportes/música o trabajo)

Cada módulo opcional está constituido por cuatro preguntas, que pueden ser o no, usadas por las personas debido a la naturaleza de las mismas. El propósito de los módulos opcionales es identificar aquellas dificultades específicas que puedan experimentar los deportistas profesionales/artistas y músicos u otros grupos de trabajadores.

El mismo procedimiento descrito anteriormente se usa para calcular la puntuación del módulo opcional con cuatro preguntas. Todas las preguntas deben ser contestadas para calcular dicha puntuación. Se suman los valores asignados a cada respuesta y se divide por cuatro. Para transformar dicha puntuación a una escala 0-100, se le resta 1 y se multiplica por 25 ¹⁰⁴.

3. Preguntas sin contestar

Si más del 10% de las preguntas (más de 3 preguntas) se dejan sin responder, no se puede calcular la puntuación de discapacidad/síntomas del DASH. Por el mismo motivo, (no más del 10% de preguntas en blanco), para poder ser evaluado no puede haber ninguna pregunta de los módulos opcionales (trabajo o deportes/música) sin contestar ya que constan, solamente, de cuatro preguntas.

En este estudio, solamente se ha solicitado rellenar el apartado general de preguntas de la escala de discapacidad/síntomas. No se han reflejado los módulos opcionales.

IV. GRUPOS CONTROL

Se han realizado mediciones en tres grupos (un grupo para cada instrumento de medida) de 25 individuos sanos, con edades comprendidas entre 30 y 70 años, sin patología conocida que afecte a ambas extremidades superiores y elegidos al azar, según la recomendación y descripción realizada por *Morrey*¹⁰⁵ para determinar la variación normal entre lado dominante y no dominante en fuerza de puño medida con dinamómetro Jamar, fuerza en codo y muñeca medida con dinamómetro Micro FET y ECO de membrana interósea.

- Grupo control de fuerza de prensión de puño con dinamómetro Jamar.
Se ha realizado un grupo control de 25 pacientes sin patología a nivel de ambas extremidades superiores. Se toman 3 mediciones en cada mano y se calcula la media.
- Grupo control de fuerza de flexo/extensión de codo y muñeca con dinamómetro Hoggan MicroFET 2.
Se ha realizado un grupo control con 25 pacientes. Se ha medido la fuerza de flexión y extensión de codo y de flexión y extensión de la muñeca. Se han tomado 3 medidas para cada parámetro y se ha calculado la media de ellas.

- Grupo control de ecografía de membrana interósea

Se han recogido datos de 25 pacientes sin patología de ambas extremidades superiores. Se les ha realizado tres mediciones ecográficas de grosor en la zona correspondiente a la banda central de la membrana interósea y se ha calculado la media de ellas.

V. DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio analítico observacional retrospectivo. Estudio terapéutico. Nivel de evidencia IV ¹⁰⁶.

VI. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Para el análisis de los datos obtenidos en el presente estudio se ha utilizado el programa estadístico SPSS (IBM SPSS Statistics) versión 20.

i. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Se utilizaron los Test de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk para determinar si la distribución de los datos numéricos se ajusta a la curva normal. Para asumir normalidad el p valor de ambos test tiene que ser $>0,05$.

Se describieron las variables cuantitativas mediante la media, mediana, desviación estándar, error estándar de la media (eem) e intervalo de confianza para la media, con un nivel de confianza del 95% (ICM95) y rango de valores mínimo y máximo.

Se describieron las variables cualitativas mediante una tabla de frecuencias y porcentajes.

ii. CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Las correlaciones entre variables cuantitativas o numéricas se realizaron mediante el coeficiente de Pearson en los casos de variables normales y Rho

de Spearman para variables que no asumen normalidad. Si alguna de las dos variables a relacionar no son normales se utilizó la correlación de Spearman.

Para contrastar variables cualitativas utilizamos el Chi Cuadrado. La comparación de variables cuantitativas y cualitativas se realizó en el caso de dos categorías no relacionadas o variables independientes, con el T de *Student* si las variables son normales y el test U de Mann-Whitney si no asumen normalidad. El análisis de la varianza de un factor o ANOVA se usó en contrastes de 3 ó más categorías para variables normales y el test de Kruskal-Wallis para variables que no lo son.

Para contrastar las diferencias entre lado afecto y lado sano se utilizaron contrastes para variables dependientes. Se usó el contraste no paramétrico de Wilcoxon en casos de variables que no asuman normalidad y el test T de *Student* para datos pareados si la asumen. El valor de significación estadística aceptado ha sido de $p < 0,05$.

6. RESULTADOS

La distribución de los datos numéricos se ajusta a la curva normal en las siguientes variables de nuestro estudio: edad, edad en momento de la fractura, diferencia de ángulo de carga (ángulo de carga en lado afecto menos lado sano), disbalance radiocubital distal del lado afecto y disbalance total (lado afecto menos lado sano), movilidad de flexión y de extensión de la muñeca afecta, movilidad de desviación cubital de muñeca afecta y sana, fuerza de presa de puño del lado sano y afecto y también del lado sano y afecto con los datos corregidos y la medida del grosor de la MIO medida por ecografía en el lado sano. El resto de variables no se ajustan a la normalidad.

En cuanto a los test de normalidad para los grupos control, apreciamos en el grupo control de fuerza de presa de puño, las variables de fuerza media en el lado dominante y no dominante no se ajustan a la normalidad. En el grupo de fuerza con dinamómetro Hoggan MicroFET, son variables normales la fuerza media de flexión y extensión del lado dominante y la fuerza media de flexión del lado no dominante para el codo. En el caso de la muñeca, las variables que se ajustan a la curva normal son la fuerza media de flexión y extensión en el lado dominante y la fuerza media de extensión del lado no dominante. En el grupo control de ecografía de la MIO, la media de grosor del lado dominante y no dominante son normales.

Presentamos ahora los resultados de nuestro estudio.

I. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS

En este apartado se describen las características sociodemográficas de la muestra para conocerlas y analizar la relación o influencia en la patología a estudio.

i. SEXO

De un total de 44 pacientes en nuestra serie, encontramos 34 varones (77,3%) y 10 mujeres (22,7%). La figura 42 muestra estos datos.

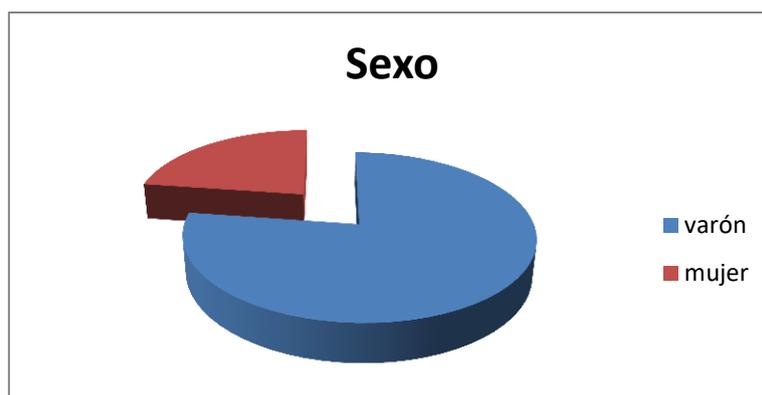


Figura 42. Gráfico de la distribución de pacientes por sexo.

ii. EDAD

La edad media de nuestros pacientes en el momento de la fractura fue de $28,6 \pm 6,8$ años, (mediana 28,5) y un rango de 15-40 años. La edad de los pacientes en el momento del estudio fue de $57,1 \pm 8,4$ años (mediana 56,5) y rango 42-74 años.

iii. TIEMPO DE EVOLUCIÓN O SEGUIMIENTO

El tiempo de evolución en nuestra serie es de $28,5 \pm 6,2$ años de media, (mediana 30 años) con un rango 16-38 años.

Tabla 1. Edad actual, edad en el momento de la fractura y tiempo de evolución de la serie

	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.	eem	ICM95
Edad actual	42	74	57,09	56,50	8,408	1,268	54,53-59,65
Edad de fractura	15	40	28,61	28,50	6,831	1,030	26,54-30,69
tiempo evolución	16	38	28,48	30,00	6,238	0,940	26,58-30,37

II. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

En este apartado se van a describir las características clínicas de nuestra serie.

i. LADO AFECTO

En nuestra serie hay casi la misma frecuencia de afectación de la lesión para ambos lados con muy leve predominio del lado derecho (23 sobre 21 casos)

ii. LADO DOMINANTE

Sin embargo, hay un predominio claro de diestros (84,1%) sobre zurdos (15,9%). La afectación de la fractura sobre el lado dominante fue en 30 casos, 23 diestros y los 7 zurdos. Es decir, en 14 casos la fractura fue en el lado no dominante

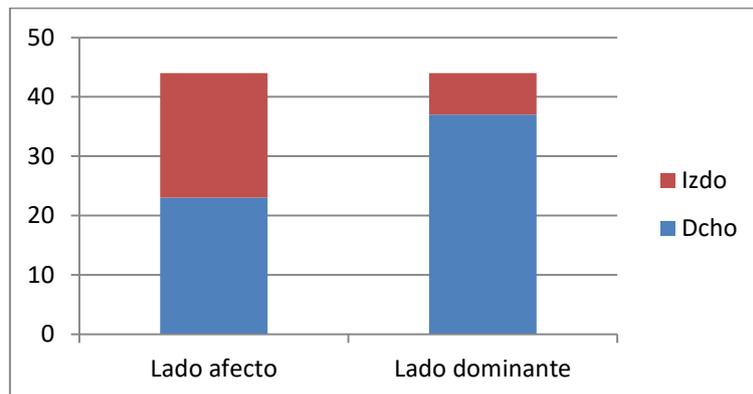


Figura 43 . Lado afecto y lado dominante.

iii. TIPO DE FRACTURA

Nuestra serie presenta una abrumadora mayoría de fracturas más graves, Mason tipo III, con un 88,6% de los casos



Figura 44. Tipos de fractura según la clasificación de Mason.

iv. DOLOR BASAL EN CODO Y MUÑECA

Al mostrar los resultados de la escala numérica o traducción de la EVA a numérica, llama la atención la escasa afectación en cuanto al dolor basal o

de reposo en el codo, donde un 88,6% refiere no tener ningún dolor y sobre todo en la muñeca con un 95,5 % de ausencia de dolor en reposo

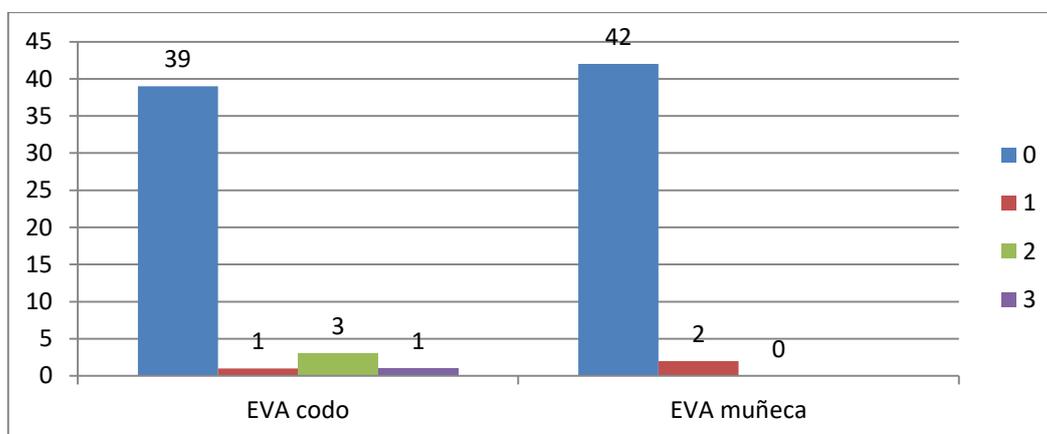


Figura 45. Grafico que representa la escala EVA en codo y muñeca.

V. SÍNTOMAS DEL NERVIIO CUBITAL

Nuestra serie revela 10 pacientes (22,7%) que presentaban parestesias en territorio cubital del lado de la lesión, 3 de estos pacientes presentaban signo de Tinel + a la percusión del nervio cubital en el codo y de ellos, 2 pacientes estaban operados mediante liberación y trasposición anterior del nervio cubital. 3 pacientes presentaron signo de Tinel positivo, pero sin parestesias previas y sin intervención sobre el nervio cubital y 3 pacientes estaban intervenidos del nervio y solo presentaban parestesias sin Tinel +. En total podemos decir que el 29,5 % de los pacientes de nuestra serie presentaban parestesias en territorio cubital o Tinel positivo a nivel del codo.

Tabla 2. Síntomas del nervio cubital.

	Parestesias		Tinel +		Intervención Qca	
	Si	No	Si	No	Si	No
Frecuencia	10	34	6	38	5	39
Porcentaje	22,7	77,3	13,6	86,4	11,4	88,6

III. ANÁLISIS DE VARIABLES LABORALES Y DE OCIO

Para determinar su posible relación con la lesión a estudio.

i. TRABAJO EN EL MOMENTO DE LA LESIÓN

Nos encontramos con 31 pacientes (70,5%) de nuestra serie que realizaba trabajo manual (de carga).

ii. TRABAJO POSTERIOR A LA LESIÓN

Solamente recogemos un caso de un paciente que cambió de tipo de trabajo (manual a no manual) posterior a la lesión en el codo, pero, según el paciente, no debido la fractura e intervención.

iii. SOLICITUD DE INCAPACIDAD

Ninguno de los pacientes del grupo estudiado solicitó algún tipo de incapacidad

iv. AFICIONES MANUALES

En nuestra serie, 8 pacientes que tenían un trabajo no manual realizaban aficiones manuales, entre ellas destacan las actividades deportivas como pelota vasca, pala, tenis, bicicleta, remo, natación, golf y otras como bricolaje o trabajos en huertas de ocio. Todas ellas con posibilidad de sobrecargar el codo y muñeca afectos.

Los pacientes con trabajos manuales que realizaban o tenían aficiones no manuales o sin aficiones suman 13 casos.

Podemos decir, por tanto, que 30 trabajadores manuales más 8 no manuales con aficiones manuales hacen un total de 38 pacientes (86,36%) con uso exigente de sus codos y muñecas. (Figura 46)

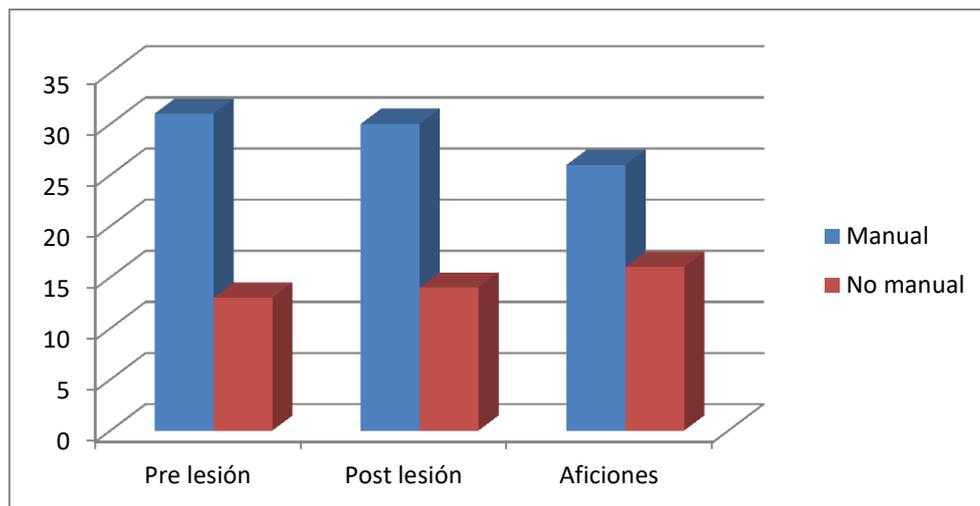


Figura 46. Representación de las variables laborales y de ocio.

IV. ANÁLISIS DE VARIABLES DE SATISFACCIÓN

Nos informan sobre la valoración subjetiva de los pacientes con el tratamiento recibido y evolución posterior.

En nuestro caso en un 95,4% de los pacientes están satisfechos y muy satisfechos. Ningún paciente se encuentra insatisfecho.



Figura 47. Variables de satisfacción de los pacientes.

V. ANÁLISIS DE LOS GRUPOS CONTROL

Hemos realizado las comparaciones entre la mano dominante y no dominante de cada grupo control para determinar el posible sesgo por dominancia y poder así ajustar los resultados a la hora de hacer comparaciones de los pacientes del estudio. Se han hecho comparaciones de medias mediante la prueba T de *Student* para muestras pareadas con intervalo de confianza de 0,95 y coeficiente alfa de 0,05. Se define significación estadística cuando el p valor es < 0,05 aplicando el test correspondiente.

i. GRUPO CONTROL DE FUERZA DE PRENSIÓN DE PUÑO CON DINAMÓMETRO JAMAR

Se anotan los resultados de 25 individuos sanos, 15 varones y 10 mujeres, con una edad media de $46,2 \pm 10,5$ años (rango 26-63).

La media de fuerza de presa de puño en el lado dominante es de $38,15 \pm 12,29$ kg_f y en el lado no dominante de $35,34 \pm 11,36$ kg_f. Al realizar la comparación de medias hallamos que existe diferencia significativa dominante/no dominante con diferencia de 2,81 kg_f (2,80758) (p < 0,001 con el test de Wilcoxon).

Tabla 3. Datos del grupo control de fuerza de puño.

Control fuerza puño	Min	Max	Media	eem	ICM 95	Mediana	Desv. típ.
Edad	26	63	46,24	1,824	42,53-49,96	49,00	10,476
Lado dominante	24,3	69,3	38,1512	2,14035	33,79-42,51	33,6700	12,29536
Lado no dominante	22	69,3	35,3436	1,97794	31,31-39,37	32,0000	11,36241

ii. GRUPO CONTROL DE FUERZA DE FLEXO/EXTENSIÓN DE CODO Y MUÑECA CON DINAMÓMETRO HOGGAN MICROFET 2.

Hemos realizado un estudio de la fuerza de flexo-extensión en el codo y la muñeca con dinamómetro en un grupo de 25 individuos sanos, 10 varones y 15 mujeres, con una edad media de $46 \pm 11,1$ años (rango 27-62).

Los datos obtenidos para la fuerza de flexión y extensión en ambos codos y muñecas se resumen en la tabla 4.

Tabla 4. Datos del grupo control fuerza de flexo-extensión de codo y muñeca.

Control fuerza codo-muñeca	Min	Max	Media	eem	ICM 95	Mediana	Desv. típ.
Edad	27	62	46,00	2,217	41,42-50,58	48	11,087
Codo flexión dominante	10,2	23,25	15,7020	0,74461	14,17-17,24	16,10	3,72306
Codo extensión dominante	6,2	20,4	10,6300	0,68237	9,22-12,04	10,30	3,41187
Codo flexión no dominante	9	21,85	14,2340	0,71966	12,75-15,72	14,75	3,59828
Codo extensión no dominante	6,1	18,2	10,8040	0,76259	9,23-12,38	9,45	3,81294
Muñeca flexión dominante	6,05	13,45	9,5340	0,39885	8,71-10,36	9,45	1,99425
Muñeca extensión dominante	6,1	16,45	10,5460	0,56225	9,39-11,71	10,30	2,81125
Muñeca flexión no dominante	6,1	12	8,8260	0,40297	7,99-9,66	8,45	2,01485
Muñeca extensión no dominante	5,55	12,8	9,3320	0,46118	8,38-10,28	9,70	2,30592

Cuando comparamos las medias observamos una diferencia significativa entre lado dominante y no dominante para la fuerza de flexión del codo, flexión de muñeca y extensión de muñeca, con unas diferencias relacionadas medias de 1,47, 0,71 y 1,21 kg_f respectivamente. No hemos encontrado diferencia significativa para la fuerza de extensión del codo (p=0,589) con el test de Wilcoxon.

El resumen de los datos de las comparaciones de las medias se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Resumen de comparaciones de medias del grupo control fuerza de codo y muñeca.

	Diferencia significativa D/NoD	P valor Prueba	Diferencia relacionada media
Flexión Codo	Si	p < 0,001 T Student	1,47 Kg (1,46800)
Extensión Codo	No	p 0,589 Wilcoxon	
Flexión Muñeca	Si	p < 0,001 Wilcoxon	0,71 Kg (0,70800)
Extensión Muñeca	Si	p 0,001 T Student	1,21 Kg (1,21400)

iii. GRUPO CONTROL DE ECOGRAFÍA DE MEMBRANA INTERÓSEA.

Se realiza una Ecografía en ambos antebrazos (porción media o zona de la banda central de la membrana interósea) en 25 individuos sanos, 13 varones y 12 mujeres, con una edad media de 50,5 ± 14,4 años (rango 26-

70) y mediana 50,5 años. El grosor medio en el lado dominante es de $1,59 \pm 0,25$ mm (rango 1,03-2,00) y en el lado no dominante $1,53 \pm 0,24$ mm (rango 1,07-1,93).

Al realizar la comparación de las medias no existe diferencia significativa entre dominante y no dominante. Test T de *Student* para muestras relacionadas $p=0,310$.

Tabla 6. Datos del grupo control de ecografía de MIO.

Control ECO	Min	Max	Media	eem	ICM 95	Mediana	Desv. típ.
Edad	26	70	50,47	2,63	45,09-55,84	50,50	14,402
Lado dominante	1,03	2	1,5900	0,04498	1,50-1,68	1,6500	,24635
Lado no dominante	1,07	1,93	1,5633	0,04307	1,48-1,65	1,6000	,23592

Una vez obtenidos estos datos, haremos la comparación con las variables corregidas (con los valores de corrección) en los casos de diferencia significativa y de esta manera eliminamos el efecto de la dominancia en la comparación.

VI. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE FUNCIÓN BIOMECÁNICA

En este apartado vamos a analizar los datos obtenidos de los pacientes a estudio y la comparación con el lado contralateral sano. Para determinar si existen diferencias significativas entre ellas realizamos un contraste no paramétrico para muestras relacionadas o test de Wilcoxon, con coeficiente alfa 0,05 e intervalo de confianza de 0,95. Definimos significación estadística para valores de $p < 0,05$

i. MOVILIDAD

Vamos a subdividir este bloque en cuatro apartados

1. Flexo-Extensión del codo

La movilidad de flexión del codo varía entre 138.3 ± 5.4 grados de media (mediana 140°) y un rango entre $120-145^\circ$ para los codos afectados de

lesión y 140.5 ± 4.5 grados (mediana 140°) y un rango entre $130-145^\circ$ para los no afectados.

Para la extensión, los resultados muestran una media de 2.7 ± 6.6 grados, (mediana 0°) con un rango entre 0 y 25 grados para los codos lesionados y $0 \pm 0,0$ grados para los codos normales.

El test de Wilcoxon revela una diferencia significativa entre lado afecto y no afecto tanto para la flexión ($p=0,008$) como para la extensión del codo ($p 0,011$).

Tabla 7. Datos de flexo-extensión del codo afecto y no afecto.

CODO	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
Flexión Afecto	120	145	138,2727	0,81110	136,63-139,91	140,00	5,38026	Wilcoxon
Flexión No Afecto	130	145	140,4773	0,68082	139,10-141,85	140,00	4,51606	0,008
Extensión Afecto	0	25	2,7273	0,99489	0,72-4,73	,00	6,59938	Wilcoxon
Extensión No Afecto	0	0	,0000	,0	,0	,00	,00000	0,011

Si expresamos los datos en porcentaje de pérdida de flexo-extensión del codo entre lado afecto y no afecto nos encontramos con una disminución media del 1,5% para la flexión (rango -7,7 a 14,3%) y extensión (rango 0 a 13,9%) en el lado afecto.

Tabla 8. Porcentaje de pérdida de flexión y extensión del codo afecto respecto del sano.

Porcentaje Codo	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.
Flexión					
Afecto/no Afecto	85,71	107,69	98,4762	100,0000	3,71291
Porcentaje reducción	-7,69	14,29	1,5238	0,0000	3,71291
Extensión					
Afecto/no Afecto	86,11	100,00	98,4848	100,0000	3,66632
Porcentaje reducción	,00	13,89	1,5152	0,0000	3,66632

2. Prono-supinación del antebrazo

En cuanto al movimiento de pronación del antebrazo, los datos varían entre los 83.8 ± 8.9 grados de media (mediana 85°) y rango $50-90^\circ$ para el lado afecto y los 86.5 ± 5.3 grados de media (mediana 90°) y rango $70-90^\circ$ para el no afecto.

El movimiento de supinación del antebrazo en nuestro estudio se mueve entre los 86.2 ± 6.8 grados de media (mediana 90°) y rango $60-90^\circ$ en el lado lesionado y los 89.3 ± 2 grados de media (mediana 90°) y rango $80-90^\circ$ del lado normal.

El test de Wilcoxon muestra diferencias significativas entre lado lesionado y normal, tanto para la pronación como para la supinación, con el mismo valor de p ($p=0,003$).

Tabla 9. Datos de pronación y supinación del antebrazo afecto y no afecto

CODO	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
Pronación Afecto	50	90	83,8182	1,34497	81,10-86,53	85,00	8,92155	Wilcoxon
Pronación No Afecto	70	90	86,5000	0,80596	84,87-88,13	90,00	5,34616	0,003
Supinación Afecto	60	90	86,1591	1,02606	84,09-88,22	90,00	6,80610	Wilcoxon
Supinación No Afecto	80	90	89,3182	0,30805	88,70-89,94	90,00	2,04340	0,003

Cuando queremos expresar los datos en porcentajes de pérdida de la función apreciamos una disminución media del 3,2% para la pronación (rango -2,7 a 33,3) y 3,5% para la supinación (rango 0 a 33,3) en el lado afecto.

Tabla 10. Porcentaje de pérdida de pronación y supinación del lado afecto respecto del sano.

Porcentaje prono-supi	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.
Pronación					
Afecto/no Afecto	66,67	102,74	96,7748	100,0000	7,34457
Porcentaje reducción	-2,74	33,33	3,2252	0,0000	7,34457
Supinación					
Afecto/no Afecto	66,67	100,00	96,4899	100,0000	7,58129
Porcentaje reducción	,00	33,33	3,5101	0,0000	7,58129

3. Flexo-Extensión de la muñeca

A nivel de la muñeca, los resultados muestran unas diferencias menores entre lado afecto y no afecto, tanto para la flexión, con 60.1 ± 7.8 grados de media (mediana 62°) y rango $45-75^\circ$ en el lado enfermo y 61.9 ± 7.5 grados de media (mediana 63°) y rango $42-80^\circ$ en el sano, como para la extensión, con una media de 61.5 ± 7.1 grados de media

(mediana 62°) y rango 40-75° en las muñecas afectas y 62.7 ± 7.7 grados de media (mediana 64°) y rango 42-80° en las normales.

El test de Wilcoxon no aprecia diferencias significativas entre lado afecto y contralateral para el movimiento de extensión (p 0,126) aunque para la flexión muestra una diferencia casi significativa (p 0,053).

Tabla 11. Datos de flexión y extensión de la muñeca afectada y no afectada.

MUÑECA	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
Flexión Afecta	45	75	60,0909	1,17848	57,71-62,47	62,00	7,81715	Wilcoxon
Flexión No Afecta	42	80	61,9773	1,13910	59,68-64,27	63,00	7,55596	0,053
Extensión Afecta	40	75	61,4773	1,06674	59,33-63,63	62,00	7,07596	Wilcoxon
Extensión No Afecta	42	80	62,6818	1,15764	60,35-65,02	64,00	7,67894	0,126

Al establecer las diferencias en cuanto a porcentaje de pérdida nos encontramos con una disminución media del 2,5% para la flexión (rango -47,6 a 25,7%) y 1,5% para la extensión (rango -20 a 16,7%) de la muñeca afectada respecto a la sana.

Tabla 12. Porcentaje de pérdida de flexión y extensión de la muñeca afectada respecto a la sana.

Porcentaje Muñeca	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.
Flexión					
Afecto/no Afecto	74,29	147,62	97,5448	100,0000	12,02252
Porcentaje reducción	-47,62	25,71	2,4552	0,0000	12,02252
Extensión					
Afecto/no Afecto	83,33	120,00	98,4859	97,1825	8,29509
Porcentaje reducción	-20,00	16,67	1,5141	2,8175	8,29509

4. Desviación radial y cubital de la muñeca

En cuanto al movimiento de desviación radial de la muñeca, los datos máximos y mínimos son iguales, entre 8 y 22 grados, con medias y medianas muy cercanas para ambos lados. El test de Wilcoxon, no aprecia diferencias significativas entre lado normal y afecto.

La desviación cubital de la muñeca, a pesar de mostrar datos también cercanos, la media del lado afecto es de 36.4° (mediana 35 grados) y rango 22-50° y la del no afecto de 37.8° de media (mediana 38°) y

rango 22-55°. En este caso sí hay diferencia significativa entre lado afecto y normal ($p=0,027$) al realizar la T de *Student*, puesto que son variables normales.

Tabla 13. Datos de desviación radial y cubital de las muñecas afectas y las no afectas.

MUÑECA	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
Desv radial Afecta	8	22	17,0000	0,54501	15,90-18,10	18,00	3,61521	Wilcoxon 0,305
Desv radial No Afecta	8	22	16,5455	0,52370	15,49-17,60	17,50	3,47385	
Desv cubital Afecta	22	50	36,3636	0,95185	34,44-38,28	35,00	6,31385	T <i>Student</i> 0,027
Desv cubital No Afecta	20	55	37,7727	1,16224	35,43-40,12	38,00	7,70944	

En el apartado de porcentaje de disminución de la función entre lado afecto y sano apreciamos una disminución media del 2,5% (rango -33,3 a 26,3%) para la desviación cubital de la muñeca del lado afecto, sin embargo, en nuestro estudio, como dato curioso, la desviación radial es un 4,8% mayor de media (rango -50 a 45,4%) en el lado afecto que el lado sano.

Tabla 14. Porcentaje de pérdida de desviación radial y cubital de la muñeca afectada respecto de la sana.

Porcentaje Muñeca	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.
Desviación radial					
Afecto/no Afecto	54,55	150,00	104,7757	100,0000	21,23278
Porcentaje reducción	-50,00	45,45	-4,7757	0,0000	21,23278
Desviación cubital					
Afecto/no Afecto	73,68	133,33	97,5332	95,2381	11,95805
Porcentaje reducción	-33,33	26,32	2,4668	4,7619	11,95805

ii. FUERZA

En el análisis de la fuerza medida con dinamómetro, diferenciamos tres apartados: codo, muñeca y puño. En todos ellos, al realizar el análisis descriptivo se muestran los datos obtenidos en el estudio, pero al realizar las comparaciones, se han ajustado los datos en las variables que hay diferencia significativa entre lado dominante y no dominante, según los parámetros obtenidos en los grupos control.

1. Fuerza de Flexo-Extensión del codo

Los datos de la fuerza de flexión de codo varían entre los $18,5 \pm 7,7$ kg_f de fuerza de media (mediana 15,9 Kg) y rango 8,5-38,5 kg_f en el lado intervenido y los $19,7 \pm 8,2$ kg_f de media (mediana 16,6 kg_f) y rango 8,1-38,7 kg_f en el lado contralateral. Para la extensión, las medias están entre los $14,8 \pm 6,3$ kg_f en el lado afecto (mediana 12,1 Kg) y rango 6,3-30,5 kg_f y los $15,4 \pm 6,5$ kg_f (mediana 12,7 kg_f) y rango 7,2-32,6 kg_f para el sano. El test de Wilcoxon revela diferencias significativas tanto para la fuerza de flexión ($p=0,001$) como para la fuerza de extensión ($p=0,026$) entre lado afecto por la lesión y lado sano con los datos corregidos en la variable fuerza de flexión de codo (la fuerza de extensión no tiene diferencias en el grupo control).

Tabla 15. Datos de fuerza de flexión y extensión de los codos afectados y no afectados.

FUERZA CODO	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
F. Flexión Afecto	8,45	38,5	18,4770	1,16192	16,13-20,82	15,95	7,70731	Wilcoxon
F. Flexión No Afecto	8,15	38,7	19,6586	1,23648	17,16-22,15	16,63	8,20186	0,001
F. Extensión Afecto	6,25	30,5	14,7598	0,95343	12,84-16,68	12,13	6,32434	Wilcoxon
F. Extensión No Afecto	7,2	32,55	15,4027	0,98818	13,41-17,40	12,70	6,55486	0,026

Al expresar los cambios de reducción de fuerza entre lado no afecto y lado afecto en porcentajes, nos encontramos con una reducción media de la fuerza de flexión del codo del 7,9% en el lado afecto (rango -30,5 a 41,1 kg_f) y del 3,5% para la fuerza de extensión del codo (rango -20,6 a 34,9 kg_f) con los datos ajustados por dominancia.

Tabla 16. Porcentaje de pérdida de fuerza de flexión y extensión del codo afecto respecto del sano.

Porcentaje Codo	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.
Flexión					
Afecto/no Afecto	58,94	130,52	92,0798	92,8948	14,53911
Porcentaje reducción	-30,52	41,06	7,9202	7,1052	14,53911
Extensión					
Afecto/no Afecto	65,06	120,63	96,4839	96,4473	12,45251
Porcentaje reducción	-20,63	34,94	3,5161	3,5527	12,45251

2. Fuerza de Flexo-Extensión de muñeca

En cuanto al análisis de los datos correspondientes a la muñeca, podemos apreciar una media de $13,2 \pm 6,2$ kg_f de fuerza de flexión (mediana 10,9 kg_f) y rango 5,1-29,9 kg_f en las muñecas del lado afecto y $14,2 \pm 6,5$ kg_f de media (mediana 11,5 kg_f) y rango 5,8-30,2 kg_f en las sanas. En el caso de fuerza de extensión, las medias varían entre $13,9 \pm 5,5$ kg_f (rango 6,3-24,1 kg_f) y $14,8 \pm 6,6$ kg_f (rango 7,1-29,7 kg_f) y las medianas entre 11,9 y 11,7 kg_f para lado afecto y sano respectivamente. Existe una diferencia significativa entre los lados afecto y contralateral tanto para la fuerza de flexión ($p < 0,001$) como para la fuerza de extensión ($p=0,013$) de la muñeca con el test de Wilcoxon.

Tabla 17. datos de fuerza de flexión y extensión de las muñecas afectas y no afectas.

FUERZA MUÑECA	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
F. Flexión Afecta	5,05	29,95	13,2459	0,93708	11,36-15,14	10,95	6,21585	Wilcoxon
F. Flexión No Afecta	5,8	30,25	14,1825	0,98754	12,19-16,17	11,50	6,55060	< 0,001
F. Extensión Afecta	6,3	24,05	13,8636	0,82340	12,20-15,52	11,87	5,46183	Wilcoxon
F. Extensión No Afecta	7,05	29,7	14,7809	0,99883	12,77-16,80	11,70	6,62550	0,013

Si expresamos los datos en porcentaje de reducción de la fuerza entre el lado afecto y no afecto tras ajustar los datos por dominancia, nos encontramos con una disminución media de la fuerza de flexión de la muñeca del 7,4% (rango -29,6 a 42,3 kg_f) y 4,8% (rango -61,1 a 40,5 kg_f) para la extensión.

Tabla 18. Porcentaje de pérdida de fuerza de flexión y extensión de la muñeca afectada respecto de la sana.

Porcentaje Muñeca	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.
Flexión					
Afecto/no Afecto	57,69	129,55	92,5635	92,6491	14,74917
Porcentaje reducción	-29,55	42,31	7,4365	7,3509	14,74917
Extensión					
Afecto/no Afecto	59,48	161,14	95,2292	88,6784	23,57361
Porcentaje reducción	-61,14	40,52	4,7708	11,3216	23,57361

3. Fuerza de presa de puño

La fuerza de presa de puño en nuestra serie, es mayor en el lado sano, $37,8 \pm 9,8 \text{ kg}_f$ de media (mediana 36 kg_f) y rango $19,5\text{-}63,7 \text{ kg}_f$ frente a $34,7 \pm 9,8 \text{ kg}_f$ de media (mediana 40 kg_f) y rango $14,5\text{-}64,7 \text{ kg}_f$ en el lado afecto, aunque los valores máximos son similares. Existe diferencia significativa ($p < 0,001$) entre ambos lados según T de *Student* puesto que es un valor que asume normalidad.

Tabla 19. Datos de fuerza de presa de puño de muñecas afectas y no afectas.

Jamar	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
Fuerza Puño Afecto	14,5	64,67	34,7348	1,48299	31,74-37,73	36,00	9,83702	T Student
Fuerza Puño No Afecto	19,5	63,67	37,8789	1,47324	34,91-40,85	40,00	9,77236	< 0,001

Al expresar los cambios entre lado afecto y no afecto en porcentajes de reducción de fuerza nos encontramos con una media de reducción de la fuerza del 11,3% (rango $-24,8$ a $42,3 \text{ kg}_f$) en el lado afecto tras realizar el ajuste de los datos corrigiendo la dominancia.

Tabla 20. Porcentaje de pérdida de fuerza de presa de puño de la muñeca afectada respecto de la sana.

Porcentaje	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv. típ.
No afecto/afecto	57,71	124,78	88,7343	89,0210	13,29149
Porcentaje reducción	-24,78	42,29	11,2657	10,9790	13,29149

iii. EXPLORACIÓN FÍSICA DEL CODO

Los datos de la exploración física del codo muestran una laxitud en valgo con el antebrazo en posición de pronación en cuatro pacientes (9,1%), tres de ellos presentaban además dolor al realizar la maniobra. Dos pacientes de estos últimos, presentaban también la prueba de *pivot shift* positiva y dolor al realizar la maniobra de exploración. Estos dos pacientes no tenían las otras pruebas positivas, pero referían dolor a nivel del codo con las respectivas maniobras (*drawer test* y *chair test*).

El cuarto paciente con laxitud en valgo positiva no tenía dolor ni otras pruebas de exploración positivas. Dos pacientes presentaban dolor con la maniobra de valgo sin laxitud, uno de ellos como dato aislado, sin otra prueba ni dolor y el otro con dolor al realizar la maniobra de *pivot shift* y *drawer test*

Los dos pacientes con maniobra de *pivot shift* positiva se han reflejado previamente. De los ocho casos de dolor al realizar la maniobra, tres se han descrito ya. De los cinco casos restantes, dos presentaban dolor también al realizar la maniobra de *drawer y chair test* y otros dos solo con la de *chair test*. El último caso de dolor con la maniobra era un hecho aislado, puesto que no presentaba ninguna otra alteración ni dolor.

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Tabla 21. Resultados de la exploración física del codo.

	Laxitud valgo		<i>Pivot shift</i>		<i>Drawer test</i>		<i>Chair test</i>	
	Positivo	Dolor	Positivo	Dolor	Positivo	Dolor	Positivo	Dolor
Frecuencia	4	5	2	8	0	5	0	6
Porcentaje	9,1	11,4	4,5	18,2	0	11,4	0	13,6

Podemos resumir estos datos con la presencia en nuestra serie de 9,1% (4 pacientes) con laxitud en valgo + 4,5% (2 pacientes) con dolor con la maniobra de exploración sin laxitud y 4,5% (2 pacientes) con inestabilidad postero-lateral + 13,6% (6 pacientes) con dolor al realizar la maniobra de exploración sin inestabilidad aparente.

iv. EXPLORACIÓN FÍSICA DE LA MUÑECA

1. Inestabilidad

Los datos obtenidos de la exploración física de la muñeca muestran un signo de la tecla de piano positivo en una quinta parte (20,5%) de los pacientes de nuestra serie (9 casos).

El peloteo radio-cubital distal, que indica un grado mayor de inestabilidad, está presente en 7 pacientes (15,9%), la mayor parte de ellos (6 casos) se produce en posición neutra de la muñeca. En un paciente apreciamos inestabilidad radio-cubital distal en todas las posiciones de la muñeca

De los 9 pacientes con signo de tecla de piano positivo, seis presentaron peloteo radio-cubital distal positivo, solo en un paciente se apreció peloteo sin tecla de piano y 3 casos de tecla de piano positiva no presentaban inestabilidad o peloteo radio-cubital distal. Esto supone un 6,9% (3 casos) de inestabilidad leve, 13,8% (6 pacientes) moderada y 2,3% (1 caso) de inestabilidad grave radiocubital distal. Total: 23% de presencia de inestabilidad radiocubital distal.

2. Dolor RCD

El test de rotación resistida o presencia de dolor con movimiento contra-resistencia solamente lo hemos apreciado en 1 caso y fue al realizar el movimiento de pronación contra-resistencia. Este paciente no presentaba ningún otro test de exploración de la muñeca positivo

3. Alteración CFCT (Complejo Fibrocartílago Triangular)

En la realización del *press test* hemos encontrado presencia de dolor significativo a nivel de la articulación en un paciente (2,3%). Hemos apreciado molestias variables sin llegar a dolor claro o significativo en un 20% de los pacientes.

El mismo paciente con este test positivo, presentó además dolor en la articulación radio-cubital distal al realizar el test de compresión cubital y luxación del tendón del músculo cubital posterior (*extensor carpi ulnaris* ECU) al colocar la muñeca en supinación y desviación cubital. También este mismo paciente presentó un signo de la tecla de piano positivo y peloteo radio-cubital distal en la posición neutra.

En cuanto al test de estrés cúbito-carpiano, hemos apreciado presencia de dolor significativo en dos pacientes (4,5%), uno en posición neutra y otro en supinación.

El paciente con dolor en supinación no prestaba ningún otro test de exploración positivo en su muñeca, mientras que el paciente con dolor en posición neutra, presentaba además signo de la tecla de piano y peloteo radio-cubital distal positivos en la posición neutra

Tabla 22. Resultados de la exploración física de la muñeca.

	Tecla piano		Peloteo RCD		Press test		Estrés C-carpiano	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Frecuencia	9	35	7	37	1	43	2	42
Porcentaje	20.5	79.5	15.9	84.1	2.3	97.7	4.5	95.5

VII. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES RADIOLÓGICAS

En este apartado vamos a analizar las radiografías realizadas en los codos y muñecas afectos de los pacientes del estudio

i. CODO

1. Presencia de artrosis

Según la clasificación de Broberg y Morrey solo hemos apreciado 3 codos normales (6,8%), sin alteraciones radiológicas reseñables o grado 0. Entre los pacientes con presencia de artrosis en las radiografías (93,2%), el grado más frecuente fue el 2 o pinzamiento moderado con 23 casos (52,3%), grado 1 o pinzamiento leve en 16 pacientes (36,4%) y en dos casos (4,5%) se apreciaron cambios degenerativos severos. Para facilitar el análisis estadístico hemos unificado estos datos en dos grupos, normal o artrosis leve con 19 casos y artrosis moderada-severa con 25 pacientes. (Figura 48)

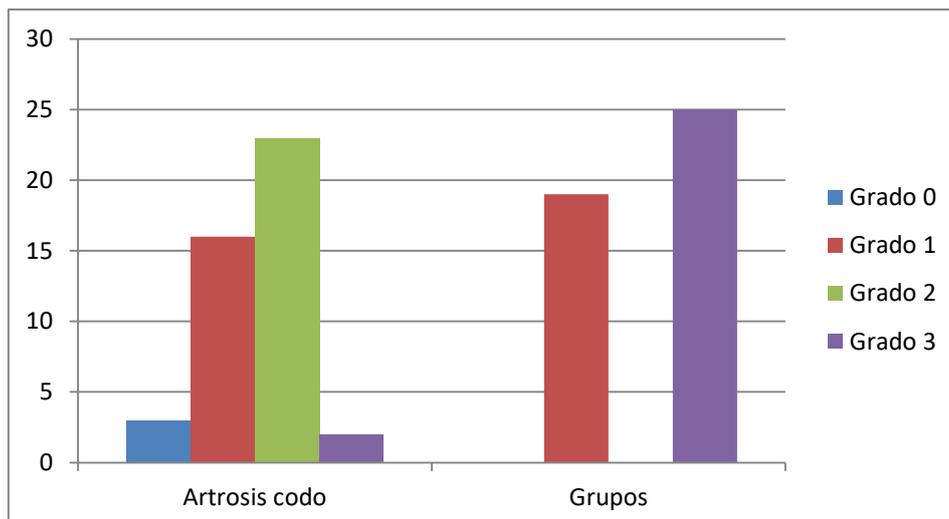


Figura 48. Presencia de artrosis a nivel del codo. A la derecha representación en 2 grupos (normal-leve y moderada-grave).

2. Calcificaciones periarticulares

En el caso de calcificaciones a nivel del codo, hemos apreciado su presencia en 54,5% de los casos y la mayoría de ellas se localizan a nivel de los ligamentos y la cápsula articular del codo. (Figura 49)

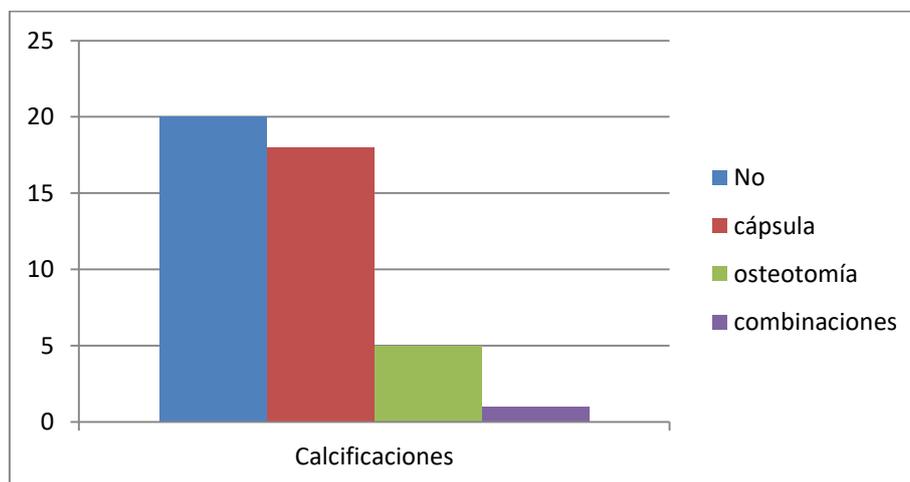


Figura 49. Presencia de calcificaciones en el codo.

3. Acortamiento del muñón proximal

En cuanto a datos como el acortamiento del muñón proximal, tomando como referencia el codo sano, apreciamos una amplia variación en la

exéresis de la cabeza radial, entre 8 y 24 mm, con una media de $14,7 \pm 4,9$ mm (mediana 13,6 mm) de resección.

4. Ángulo de carga

La medida del ángulo de carga en el lado afecto es de media $13.5 \pm 6.2^\circ$ (mediana 12.6°) y un rango de 3.23 hasta 30.5° por $5.7 \pm 3.8^\circ$ de media (mediana 4.9°) y un rango de 0.19 a 15.8° en el lado contralateral sano. La diferencia entre ellos es de 7.74 ± 5.3 grados de media (rango de -0.94 hasta 23.6°)

Se aprecia diferencia significativa en el ángulo de carga entre lado intervenido y sano ($p < 0,001$) con el test de Wilcoxon.

Tabla 23. datos del acortamiento del muñón proximal del radio y del ángulo de carga del codo.

	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
Acortamiento muñón proximal	8,09	24,02	14,6700	0,73249	13,19-16,15	13,57	4,85878	
Ángulo carga Afecto	3,23	30,48	13,4564	0,93836	11,56-15,35	12,61	6,22436	Wilcoxon < 0,001
Ángulo carga No Afecto	0,19	15,84	5,7118	0,58095	4,54-6,88	4,90	3,85358	
Diferencia	-0,94	23,58	7,7445	0,80109	6,13-9,36	7,08	5,31384	

ii. MUÑECA

1. Artrosis radiocubital distal

En las radiografías realizadas en las muñecas del lado intervenido hemos apreciado la presencia de artrosis a nivel de la articulación radio-cubital distal en 59,1% de los casos. La mayor parte de ellos se trata de signos degenerativos leves en 25% y moderados en 27,3%. En 3 casos (6,8%) hemos constatado artrosis grave en la articulación radiocubital distal.

En 3 pacientes hemos encontrado artrosis radiocubital distal en ambas muñecas (afecta y contralateral sana). Dos de ellas de carácter moderado y una de carácter grave.

2. Artrosis cúbitocarpiana

En cuanto a la presencia de signos degenerativos radiológicos a nivel de la articulación cúbito-semilunar (o articulación cúbito-carpiana) se aprecia en casi la mitad de los casos (47,7%), dos tercios de ellos de grado leve (14 de 21 pacientes con afectación radiológica). No hemos apreciado signos radiológicos de artrosis grave a este nivel.

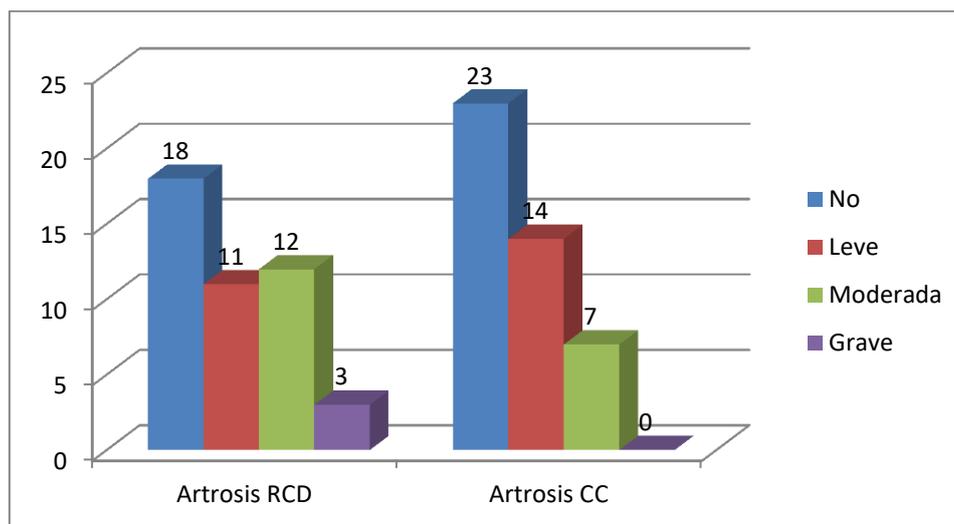


Figura 50. Presencia de artrosis radiocubital distal y cúbito-carpiana en la muñeca.

3. Disbalance radiocubital distal

La medida del disbalance radio-cubital a nivel de la muñeca medido en las radiografías muestra una media en el lado afecto de $3,86 \pm 1,87$ mm, (mediana 3,67 mm) y un rango de 0,59-10,1 mm. En el lado no afecto o sano, apreciamos una media de $1,25 \pm 1,44$ mm (mediana 1,1 mm) con un rango entre -2,45 y 4,7 mm.

La diferencia entre la muñeca afecta y la muñeca contralateral nos da un disbalance radiocubital de $2,68 \pm 1,23$ mm de media (mediana 2,83 mm) con un valor máximo de 5,86 y un mínimo de 0,2 mm.

El test de Wilcoxon muestra diferencia significativa entre la muñeca afecta y la contralateral para esta variable. El valor p es $< 0,001$.

4. Ángulo de inclinación radial

En cuanto a la variación en el ángulo radial, las medidas son similares en el lado afecto y contralateral. No hay diferencia significativa entre ellos ($p=0,775$).

Tabla 24. Datos de disbalance radiocubital distal y del ángulo radial.

	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
Disbalance Afecto	0,59	10,1	3,8559	0,28222	3,29-4,42	3,6750	1,87205	Wilcoxon
Disbalance NoAfecto	-2,45	4,7	1,2498	0,21669	0,81-1,69	1,1000	1,43738	< 0,001
Disbalance RC total	0,2	5,86	2,6834	0,18606	2,31-3,06	2,8350	1,23417	
Ángulo radial Afecto	17,77	29,23	24,5355	0,49026	23,55-25,52	25,3450	3,25201	Wilcoxon
Ángulo radial NoAfecto	19,24	31	24,7300	0,54076	23,64-25,82	24,2200	3,58700	0,775

5. Morfología radiocubital distal

La morfología de la articulación radio-cubital distal según la clasificación de Tolat apreciamos un cambio en cuatro pacientes que en la muñeca normal tienen tipo 1 y tres de ellos pasan a tipo 3 y la otra a tipo 2 en la muñeca afecta. El otro cambio es un caso de tipo 3 en muñeca normal que pasa a tipo 1 en la afecta.

Tabla 25. Morfología radiocubital distal de las muñecas afectas y no afectas.

Tolat	Muñeca No afecta		Muñeca afecta	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1	33	75	30	68,2
2	7	15,9	8	18,2
3	4	9,1	6	13,6

VIII. ANÁLISIS DEL ESTUDIO ECOGRÁFICO

En el análisis comparativo de valoración ecográfica de la membrana interósea, se ha comprobado la presencia de una estructura altamente ecogénica o hiperecoica entre cúbito y radio a nivel central de la longitud del antebrazo en

todos los casos de nuestro estudio. En tres pacientes hemos observado zonas de discontinuidad de esta estructura, pero la realización de un barrido ecográfico distal existe continuidad y es ahí donde se han realizado las mediciones de grosor. Al realizar el signo ecográfico de hernia muscular (*hernia sign*) o ecografía dinámica, hemos detectado en tres casos una dureza a la presión manual mayor en el lado afecto que en el no afecto y en cuatro pacientes hemos apreciado una dureza menor que en el lado sano, pero sin apreciar en ningún caso, herniación de la musculatura dorsal al compartimento volar del antebrazo. La valoración del grosor de la banda central de la membrana interósea medido por ecografía, muestra unos valores de media $1,74 \pm 0,26$ mm (mediana 1,74 mm) con un rango de 1,35 a 2,2 mm en el lado afecto y $1,78 \pm 0,27$ mm (mediana 1,76 mm) y un rango de 1,3 a 2,45 mm en el no afecto. La diferencia media entre ambos es de $0,04 \pm 0,20$ mm, con un rango entre -0,40 y 0,55 mm.

El test de Wilcoxon, revela que no hay diferencias significativas en el grosor medido por ecografía de la banda central de la membrana interósea entre el lado afecto y no afecto ($p=0,276$)

Tabla 26. Datos del estudio ecográfico de la MIO

	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.	p-valor
ECO lado Afecto	1,35	2,2	1,7405	0,03915	1,66-1,82	1,74	,25968	Wilcoxon 0,276
ECO lado No Afecto	1,3	2,45	1,7816	0,04025	1,70-1,86	1,76	,26699	
Diferencia	-0,4	0,55	0,0411	0,03009	-0,02 – 0,11	0,0000	,19960	

IX. ANÁLISIS DE LA ESCALA DASH

La tabla muestra la puntuación obtenida por el cuestionario DASH cumplimentado al finalizar la exploración de los pacientes. Solo disponemos de una puntuación. Lo ideal sería disponer de datos previos a la lesión para realizar comparaciones, pero dado que hablamos de traumatismos con resultado de fracturas en personas aparentemente sanas, podemos suponer que la escala DASH en estos pacientes probablemente fuese baja (poca

discapacidad). Por tanto, al no disponer de este dato, solo se refleja el obtenido al finalizar el estudio.

En nuestro caso se ha rellenado el cuerpo central de 30 preguntas. No se ha puntuado la parte opcional de preguntas sobre deporte, música o trabajo. Todos los pacientes han respondido a las 30 preguntas solicitadas en el cuestionario. La media de puntuación ha sido $6,9 \pm 9,7$ puntos, (mediana 2,5 puntos) con un máximo de 30,8 y mínimo de 0

De cualquier manera, 30 pacientes (68.18%) presentan una puntuación de 5 o menor y 12 pacientes (27.27%) presentan una puntuación de 0, lo que refleja la poca discapacidad que representa esta lesión para este grupo de estudio.

Tabla 27. Datos de la escala DASH

	Min	Max	Media	eem	ICM95	Mediana	Desv. típ.
escala DASH	0	30,83	6,9630	1,45882	4,02-9,90	2,50	9,67670

X. ANÁLISIS COMBINADO DE VARIABLES

Ahora vamos a relacionar variables para valorar sus posibles interrelaciones o influencias.

i. CORRELACIONES DE DISBALANCE RADIO-CUBITAL DISTAL

Hemos relacionado la diferencia entre la longitud del cúbito y radio del lado afecto menos el lado sano a nivel de la muñeca con seis variables. El disbalance radiocubital total es una variable que asume normalidad.

1. Disbalance radio-cubital distal y grosor de MIO.

En este caso queremos valorar la relación entre el grosor de la membrana interósea del lado afecto medida con ecografía y el grado de disbalance radio-cubital distal (diferencia del lado afecto menos lado sano). El test de Spearman revela un coeficiente de correlación de 0,206 sin significación estadística ($p=0,180$).

Cuando relacionamos el disbalance radio-cubital total con la diferencia entre el grosor de la MIO entre lado no afecto o sano y lado afecto, el coeficiente de correlación es 0,177 sin significación estadística ($p=0,249$). Con esto podemos decir que, en nuestro estudio, la membrana interósea no adelgaza más cuanto mayor es el disbalance radio-cubital distal.

Al realizar los análisis con estas dos variables y no obtener correlación significativa, ahora vamos a categorizar esta variable. Para ello creamos una nueva variable con valores 1, 2 y 3 que representan los 3 grupos de disbalance radiocubital distal. Grupo 1 pacientes con disbalances radiocubitales menores de 2,2 mm (17 pacientes), grupo 2 para disbalances entre 2,2 y 3,2 mm (12 casos), grupo 3 con disbalances entre mayores de 3,2 mm (15 casos). Después hacemos un contraste no paramétrico para muestras independientes de Kruskal-Wallis entre esta nueva variable y la variable grosor de la MIO.

Grupo 1 = 0 - 2,2 mm, 17 casos

Grupo 2 = 2,21 – 3,2 mm, 12 casos

Grupo 3 = > 3,21 mm, 15 casos

Este test entre los grupos y la variable "ECO del lado afecto" no es significativa ($p=0,265$) ni tampoco con la variable "ECO diferencia de grosor lado no afecto menos lado afecto" ($p=0,605$) es decir, no hay diferencia significativa entre los 3 grupos de disbalance radiocubital distal respecto al grosor de la MIO.

Tabla 28. Correlaciones de disbalance radiocubital distal y grosor de la MIO.

	Grosor MIO	Diferencia grosor
Disbalance RCD	Spearman p 0,18	Spearman p 0,249
3 grupos RCD	Kruskal-Wallis p 0,265	Kruskall-Wallis p 0,605

2. Disbalance radio-cubital distal y acortamiento del muñón radial proximal.

El test Rho de Spearman muestra una correlación entre las variables de 0,288 con una p de 0,058, que podríamos decir que es casi significativo, por tanto, en nuestro estudio, el grado de resección de la cabeza radial parece tener una influencia positiva sobre la migración proximal del radio. En cambio, al hacer la comparativa con los 3 grupos de disbalance radiocubital, el test de Krukall-Wallis no muestra diferencias ($p=0,132$)

3. Disbalance radio-cubital y presencia de cambios degenerativos en codos y muñecas.

Vamos a valorar la relación entre el disbalance radiocubital total (lado afecto menos lado sano) y la presencia de cambios degenerativos en codos en dos grupos (grupo normal-leve y moderado-severo) ya que la relación con cuatro grupos siendo los grados 0 y 3 tan escasos en número de pacientes hace el estudio estadístico menos adecuado. Hemos aplicado el test T de *Student* que descarta la relación entre estas variables ($p=0,243$)

En el caso de relación con la presencia de artrosis en la articulación radiocubital distal, la T de *Student* da una $p=0,059$ que es casi significativa. Analizando este dato podemos afirmar que el aumento de disbalance radiocubital distal ha aumentado el número y el grado de afectación artrósica en la articulación RCD.

La relación con la presencia de artrosis cúbitocarpina no es significativa según la prueba T de *Student* con una $p=0,265$.

Si realizamos el análisis por grupos de varianza cubital, apreciamos una relación casi significativa con la presencia de artrosis en el codo (Chi Cuadrado $p=0,068$). El resto de relaciones son negativas. (Tabla 29)

Tabla 29. Relaciones de disbalance RCD y artrosis en codos y muñecas

	Artrosis codo	Artrosis RCD	Artrosis CC
Disbalance RCD	T <i>Student</i> p 0,243	T <i>Student</i> p 0,059	T <i>Student</i> p 0,265
3 Grupos RCD	Chi Cuadrado p 0,068	Chi Cuadrado p 0,454	Chi Cuadrado p 0,743

4. Disbalance radiocubital y movilidad de muñeca y antebrazo.

En cuanto a las relaciones entre el disbalance radiocubital total y la movilidad de flexo-extensión y desviación radial-cubital de la muñeca y pronosupinación del antebrazo, no encontramos significación estadística para ninguna de estas variables con los test de Pearson y Spearman reflejados en la tabla.

Al realizar el análisis por grupos de disbalance radiocubital, el test de ANOVA que compara las medias, no muestra diferencias entre los grupos de las variables normales. El resto de correlaciones también son negativas con el test de Kruskal-Wallis.

Tabla 30. Relaciones de disbalance RCD y movilidad de la muñeca y antebrazo.

	Flexión M	Extensión M	Des radial	Des cubital	Pronación	Supinación
Disbalance RCD	Pearson p 0,459	Pearson p 0,508	Spearman p 0,405	Pearson p 0,265	Spearman p 0,487	Spearman p 0,748
3 Grupos RCD	ANOVA p 0,504	ANOVA p 0,702	K-Wallis p 0,794	ANOVA p 0,428	K-Wallis p 0,172	K-Wallis p 0,683

5. Disbalance radiocubital y fuerza en codos, muñeca y puño

Al relacionar la variable disbalance radiocubital con la fuerza de flexión y extensión en codos, muñecas y fuerza de presa de puño, nos encontramos con una relación casi significativa con la fuerza de flexión de la muñeca (test de Spearman $p=0,085$ y coeficiente de correlación 0,263). Es decir, se aprecia una mayor fuerza de flexión de las muñecas con disbalances cubitales mayores. Sin embargo, no observamos relaciones al categorizar

la variable disbalance radiocubital en 3 grupos con las variables de fuerza como muestra la tabla 31.

Tabla 31. Relaciones de disbalance RCD y fuerza en codo s muñecas y puño.

	F. flexión codo	F Extensión codo	F Flexión muñeca	F. Extensión muñeca	Fuerza puño
Disbalance RCD	Spearman p 0,289	Spearman p 0,129	Spearman p 0,085	Spearman p 0,114	Pearson p 0,402
3 Grupos RCD	K-Wallis p 0,674	K-Wallis p 0,457	K-Wallis p 0,252	K-Wallis p 0,235	ANOVA p 0,901

ii. CORRELACIONES DE ACORTAMIENTO DEL MUÑÓN RADIAL PROXIMAL.

En este apartado queremos valorar si el grado de resección de la cabeza radial tiene relación con otras variables. La variable acortamiento del muñón radial proximal no es normal.

1. Acortamiento del muñón y fuerza de presa de puño.

El test de Spearman en este caso muestra un coeficiente de correlación entre las variables de 0,168 sin significación estadística ($p=0,275$).

2. Acortamiento del muñón y grosor de MIO

El coeficiente de correlación entre estas variables es de 0,012 con una significación de 0,938 en el test de Spearman. Si la comparación se realiza con la diferencia de grosor de la MIO entre lado sano y afecto, el coeficiente de correlación es de 0,003 y la significación 0,983. Esto descarta la relación entre estas variables.

Tabla 32. Relaciones de acortamiento del muñón proximal y grosor de la MIO.

Rho de Spearman	Grosor MIO		Diferencia grosor	
	coeficiente	significación	coeficiente	significación
Acortamiento muñón proximal	0,012	p 0,938	0,003	p 0,983

3. Acortamiento del muñón y ángulo de carga

Al relacionar la longitud de cabeza radial reseca con el ángulo de carga del lado afecto y con la diferencia en grados entre el lado normal y el lado afecto nos encontramos unos coeficientes de correlación de 0,227 y 0,147 con significación $p=0,138$ y $p=0,341$ respectivamente con el test de Spearman.

Tabla 33. Relaciones acortamiento del muñón proximal y ángulo de carga.

Rho de Spearman	Ángulo carga		Diferencia ángulo	
	coeficiente	significación	coeficiente	significación
Acortamiento muñón proximal	0,227	p 0,138	0,147	p 0,341

4. Acortamiento del muñón y presencia de artrosis o calcificaciones en codo

No apreciamos relación entre el acortamiento del muñón proximal y la presencia de artrosis en el codo en dos grupos (test de Mann-Whitney $p=0,325$). Sin embargo, al relacionar esta variable con la presencia de calcificaciones en el codo apreciamos una correlación casi significativa ($p=0,070$) en el test de Mann-Whitney, es decir, se aprecia una mayor presencia de calcificaciones con resecciones mayores del muñón proximal del radio.

Tabla 34. Relaciones del acortamiento del muñón proximal y presencia de artrosis y calcificaciones en el codo.

	Artrosis codo	Calcificaciones
Acortamiento muñón proximal	Mann-Whitney p 0,325	Mann-Whitney p 0,070

5. Acortamiento del muñón proximal y presencia de artrosis a nivel de la muñeca (radiocubital distal y cúbitocarpiana)

La relación con la presencia de artrosis a nivel de la muñeca es negativa como muestras los valores de la tabla 35.

Tabla 35. Relaciones del acortamiento del muñón proximal y artrosis en la muñeca.

	Artrosis RCD	Artrosis CC
Acortamiento muñón proximal	Mann-Whitney p 0,962	Mann-Whitney p 0,275

6. Acortamiento del muñón y movilidad de flexo-extensión de codo y muñeca y prono-supinación

No apreciamos correlación entre el acortamiento del muñón proximal y la movilidad tanto a nivel del codo como de muñeca. La tabla resume coeficientes de correlación y valores de p.

Tabla 36. Relaciones de acortamiento del muñón proximal y movilidad en codo y muñeca.

Spearman	Flex codo	Ext codo	Pronación	Supinación	Flx muñeca	Ext muñeca
Acortamiento muñón prox	co 0,054 p 0,730	co -0,48 p 0,759	co 0,237 p 0,122	co 0,179 p 0,244	co -0,082 p 0,595	co -0.193 p 0,211

7. Acortamiento del muñón y fuerza de flexo-extensión de codo y muñeca

Tampoco encontramos relación entre el acortamiento del muñón proximal y la fuerza de flexo-extensión de codo o de muñeca. La tabla 37 muestra los valores de coeficientes de correlación y de p.

Tabla 37. Relaciones del acortamiento del muñón proximal y fuerza en codo y muñeca.

Spearman	F Flex codo	F Ext codo	F Flex muñeca	F Ext muñeca
Acortamiento muñón prox	co -0,77 p 0,618	co -0,11 p 0,942	co -0,61 p 0,694	co -0,63 p 0,687

iii. CORRELACIONES DE FUERZA EN CODO Y MUÑECA.

Vamos a relacionar la fuerza de flexo-extensión del codo y la muñeca medida con dinamómetro y sus posibles influencias. Estas variables no asumen normalidad.

1. Fuerza de flexión de codo y flexión de muñeca.

El coeficiente de correlación en la prueba de Spearman es de 0,858 con significación estadística positiva a nivel 0,01 bilateral. A mayor fuerza de flexión de codo se aprecia mayor fuerza de flexión de muñeca.

2. Fuerza de extensión de codo y extensión de muñeca

Nos volvemos a encontrar una correlación significativa $p=0,01$ con un coeficiente de 0,790 con el test de Spearman. Se aprecian valores mayores de fuerza de extensión de muñeca con datos mayores de fuerza de extensión de codo.

Tabla 38. Correlaciones de fuerza de flexión y extensión de codo y muñeca.

Rho de Spearman	Flexión muñeca		Extensión muñeca	
	coeficiente	significación	coeficiente	significación
Fuerza Flexión codo	0,858	p 0,01		
Fuerza extensión codo			0,790	p 0,01

3. Fuerza de flexo/extensión de codo y fuerza de presa de puño.

No encontramos relación significativa entre ellos según el test de Spearman.

Tabla 39. Correlaciones fuerza de flexo-extensión de codo y de presa de puño.

Rho de Spearman	Flexión codo		Extensión codo	
	coeficiente	significación	coeficiente	significación
Fuerza Puño	0,070	p 0,653	-0,004	p 0,982

4. Fuerza de flexo/extensión de muñeca y fuerza de presa de puño.

En cuanto a la relación con la muñeca nos encontramos resultados similares a los del codo.

Tabla 40. Correlaciones fuerza de flexo-extensión de muñeca y de puño

Rho de Spearman	Flexión muñeca		Extensión muñeca	
	coeficiente	significación	coeficiente	significación
Fuerza Puño	0,087	p 0,576	0,009	p 0,955

En nuestro estudio, existe relación significativa positiva entre la fuerza de flexión de codo y de muñeca y entre fuerza de extensión de codo y de muñeca. No se aprecia correlación entre estas variables y la fuerza de presa de puño.

iv. CORRELACIONES DE LA ESCALA DASH.

Esta variable nos da información sobre el grado de discapacidad de los pacientes del estudio y vamos a valorar sus posibles relaciones. Esta variable no asume normalidad.

1. DASH y edad de la fractura, edad actual y tiempo de evolución.

Esto nos valora la relación del DASH con el tiempo. Los datos obtenidos con la prueba de Spearman descartan su relación. (Tabla 41)

Tabla 41. Correlaciones de la escala DASH y edad de fractura, actual y tiempo de evolución

Rho Spearman	Edad de fractura		Edad actual		Tiempo evolución	
	Coefficiente	significación	coeficiente	significación	coeficiente	significación
DASH	0,124	p 0,423	0,111	p 0,471	0,015	p 0,921

2. DASH y fuerza de puño.

No se aprecia correlación entre estas variables según datos de la prueba de Spearman. Coeficiente de correlación -0,182 y significación p=0,236

3. DASH y escala EVA de codo.

No podemos comparar los datos de estas variables puesto que hay dos grupos con un solo caso, pero apreciamos que los grados mayores de escala numérica / EVA del codo se corresponden con valores mayores de la escala DASH. EVA 2 y 3 con DASH 26 y 30.

4. DASH y ángulo de carga

La relación entre la escala DASH y la diferencia del ángulo de carga entre codo afecto y no afecto no es significativa. El Rho de Spearman muestra un coeficiente de correlación de 0,187 con una significación de p=0,224.

Tabla 42. Correlaciones de escala DASH, fuerza de puño y ángulo de carga

Rho Spearman	Fuerza puño		Ángulo carga	
	coeficiente	significación	coeficiente	Significación
DASH	-0,182	p 0,236	0,187	p 0,224

5. DASH y cambios degenerativos en codo y muñecas

La relación entre los resultados de la escala DASH y presencia de artrosis en el codo según la clasificación de Broberg y Morrey en dos grupos no es significativa (test de Mann-Whitney p=0,164)

La relación DASH y presencia de artrosis en la articulación radiocubital distal tampoco es significativa. La prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes nos dice que la distribución de la escala DASH es la misma entre las categorías de artrosis radiocubital con una $p=0,603$

Sin embargo, la relación del DASH con la presencia de artrosis cúbito-carpiana sí es significativa según el test de Mann-Whitney con una $p=0,046$. No obstante, al comparar las medias, se observa que la media de puntuación DASH cuando hay artrosis cúbito-carpiana es inferior (4,72) que cuando no hay artrosis (9,01)

Tabla 43. Correlaciones escala DASH y artrosis en codos y muñecas

	Artrosis codo	Artrosis R-cubital	Artrosis C-carpiana
DASH	Mann-Whitney $p 0,164$	Mann-Whitney $p 0,603$	Mann-Whitney $p 0,046$

v. **CORRELACIONES DE MOVILIDAD EN CODO Y MUÑECA CON LA PRESENCIA DE SIGNOS ARTRÓDICOS O CALCIFICACIONES PERIARTICULARES.**

Vamos a valorar la posible influencia de los signos artróticos con la movilidad tanto en codo como en muñeca.

1. Presencia de artrosis en codo (según escala de Broberg y Morrey) y movilidad del codo.

No encontramos relaciones significativas entre la movilidad del codo y la presencia de artrosis del mismo en dos grupos (normal-leve y moderada-severa) según el test de Mann-Whitney. Aunque el análisis de los datos muestra una mayor pérdida de extensión del codo para casos de artrosis más severas.

2. Presencia de calcificaciones periarticulares en codo y movilidad del codo.

No se hallan relaciones significativas con el test U de Mann-Whitney de muestras independientes, para la flexión y extensión del codo, y pronosupinación del antebrazo y la presencia de calcificaciones en el codo.

Tabla 44. Correlaciones de presencia de artrosis y calcificaciones en codo y movilidad del codo y antebrazo

	Flexión codo	Extensión codo	Pronación	Supinación
Artrosis codo	Mann-Whitney p 0,309	Mann-Whitney p 0,282	Mann-Whitney p 0,297	Mann-Whitney p 0,215
Calcificaciones	Mann-Whitney p 0,652	Mann-Whitney p 0,183	Mann-Whitney p 0,745	Mann-Whitney p 0,880

3. Presencia de artrosis radiocubital distal y movilidad de la muñeca

No hay relaciones significativas entre la presencia de artrosis a ese nivel y flexo-extensión y desviación radial y cubital de la muñeca en la prueba U de Mann-Whitney y T de *Student*.

4. Presencia de artrosis cúbitocarpiana y movilidad de la muñeca.

En este caso tampoco se encuentran relaciones significativas entre la artrosis cúbitocarpiana y la movilidad de flexo-extensión, desviación radial y cubital de la muñeca y movimiento de pronosupinación del antebrazo, también con la prueba U de Mann-Whitney y T de *Student*.

Tabla 45. Correlaciones de presencia de artrosis en muñeca y movilidad en muñeca y antebrazo.

	Flexión muñeca	Extensión muñeca	Desviación radial	Desviación cubital	Pronación	Supinación
Artrosis R-cubital	T <i>Student</i> p 0,776	T <i>Student</i> p 0,720	M-Whitney p 0,941	T <i>Student</i> p 0,755	M-Whitney p 0,288	M-Whitney p 0,345
Artrosis C-carpiana	T <i>Student</i> p 0,319	T <i>Student</i> p 0,737	M-Whitney p 0,138	T <i>Student</i> p 0,864	M-Whitney p 0,509	M-Whitney p 0,538

5. Presencia de artrosis en codo y muñeca y fuerza en codo y muñeca y fuerza de presa de puño.

Hemos relacionado la presencia de artrosis en el codo según *Broberg* y *Morrey* en dos grupos y la presencia de calcificaciones periarticulares en el codo con la fuerza de flexo-extensión del codo medido con dinamómetro y no hemos hallado relaciones significativas entre ellos.

De la misma manera se ha relacionado la presencia de artrosis radiocubital distal y cúbitocarpiana con la fuerza de flexo-extensión de la muñeca medida con dinamómetro y tampoco hemos hallado relaciones significativas entre ellos.

La relación de la fuerza de presa de puño con la presencia de artrosis en codos es casi significativa con el test T de *Student* (p 0,051). Se aprecia una disminución de la fuerza de puño al avanzar la artrosis en el codo. Codo normal 45,17 Kg, artrosis leve 36,81 Kg, artrosis moderada 33,42 Kg y severa 17,58 Kg.

Las relaciones con la presencia de calcificaciones, artrosis radiocubital o cúbitocarpiana son negativas. (Tabla 46)

Tabla 46. Correlaciones de la presencia de artrosis en codo y muñeca y fuerza en codo, muñeca y puño.

	Fuerza Flexión codo	Fuerza Extensión codo	Fuerza flexión muñeca	Fuerza exten muñeca	Fuerza presa puño
Artrosis codo	M-Whitney p 0,644	M-Whitney p 0,943			T <i>Student</i> p 0,051
Calcificaciones	M-Whitney p 0,646	M-Whitney p 0,612			T Student p 0,243
Artrosis R-cubital			M-Whitney p 0,591	M-Whitney p 0,650	T <i>Student</i> p 0,541
Artrosis C-carpiana			M-Whitney p 0,698	M-Whitney p 0,296	T <i>Student</i> p 0,209

vi. CORRELACIONES DEL ÁNGULO DE CARGA

2. Ángulo de carga y afectación del nervio cubital

Las relaciones entre el ángulo de carga del lado afecto, o de la diferencia entre lado no afecto y afecto con la presencia de síntomas del nervio cubital, presencia de signo de Tinel o intervención de liberación del nervio cubital son todas ellas negativas según la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes o T de *Student* para la diferencia del ángulo de carga que es una variable normal.

Tabla 47. Correlaciones de ángulo de carga y afectación del nervio cubital.

	Síntomas n cubital	Tinel cubital +	Descompresión n cubital
Ángulo de carga lado afecto	M-Whitney p 0,431	M-Whitney p 0,339	M-Whitney p 0,406
Aumento del ángulo de carga	T <i>Student</i> p 0,178	T <i>Student</i> p 0,706	T <i>Student</i> p 0,361

2. Ángulo de carga y presencia de artrosis o calcificaciones en codo

No hay relación significativa entre el ángulo de carga del lado afecto con la presencia de artrosis o calcificaciones en el codo, según la prueba de Mann-Whitney ($p=0,414$ y $p=0,637$ respectivamente). Sin embargo, encontramos una relación casi significativa entre el aumento del ángulo de carga y la presencia de artrosis en el codo en dos grupos con el test de T de *Student* ($p=0,084$). Es decir, apreciamos un incremento de la diferencia del ángulo de carga con artrosis más avanzada de codo. De 7.8° en codo normal a 15.2° en artrosis severa. No existe relación entre aumento del ángulo de carga y la presencia de calcificaciones en codo.

Tabla 48. Correlaciones del ángulo de carga y presencia de artrosis o calcificaciones en codo.

	Artrosis codo	Calcificaciones codo
Ángulo de carga lado afecto	Mann-Whitney p 0,414	Mann-Whitney p 0,637
Aumento del ángulo de carga	T Student p 0,084	T Student p 0,212

Tabla 49. Resumen de las correlaciones:

VARIABLE 1	VARIABLE 2	VALOR ESTADÍSTICO*	PRUEBA UTILIZADA
Disbalance radio-cubital distal	Acortamiento muñón proximal radial	<i>p = 0,058</i>	Rho de Spearman
Disbalance radio-cubital distal	Artrosis radio-cubital distal	<i>p = 0,059</i>	T Student
Disbalance radio-cubital distal	Fuerza de flexión de muñeca	<i>p = 0,085</i>	Rho de Spearman
3-grupos de disbalance RCD	Artrosis de codo (2 grupos)	<i>p = 0,068</i>	Chi- Cuadrado
Fuerza de flexión de codo	Fuerza de flexión de muñeca	p = 0,01	Rho de Spearman
Fuerza de extensión de codo	Fuerza de extensión de muñeca	p = 0,01	Rho de Spearman
Escala DASH	Presencia de artrosis cúbito-carpiana	p = 0,046	Mann-Whitney
Presencia de artrosis en codo (2 grupos)	Fuerza de presa de puño	<i>p = 0,051</i>	T Student
Aumento ángulo de carga	Presencia de artrosis en codo (2 grupos)	<i>p = 0,084</i>	T Student
Acortamiento del muñón proximal	Presencia de calcificaciones codo	<i>p = 0,07</i>	Mann-Whitney

* Grado de significación: en cursiva casi significativo; En negrita significativo

7. DISCUSIÓN

I. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

Existe en la literatura un gran número de trabajos publicados en relación a la fractura de la cabeza del radio y a la resección de la misma como tratamiento.

El manejo de las fracturas de la cabeza del radio, en el contexto de inestabilidad compleja del codo, sigue un algoritmo estandarizado ¹⁰⁷. Todavía persiste la controversia sobre el manejo de fracturas aisladas, conminutas e irreconstructibles, donde las posibilidades se reducen a resección o colocación de una prótesis. La tendencia actual, basada en bibliografía y opiniones de expertos, se inclina hacia el reemplazo protésico, mientras que, hasta ahora, la resección de la cabeza radial era la técnica más habitual ⁵⁵. El presente trabajo tiene como objetivo reavivar el debate que existe sobre el manejo de las fracturas aisladas, conminutas e irreconstructibles de la cabeza radial.

Este trabajo, así como la mayor parte de los trabajos publicados sobre resección tras fractura, son series de casos o estudios retrospectivos (grado de evidencia IV) ¹⁰⁶ que presentan limitaciones propias de este tipo de estudios, como son la pérdida de pacientes en el seguimiento o negativa a la colaboración y pérdida de algunos datos preoperatorios como exploraciones o radiografías adecuadas. La potencia de este estudio se basa en el elevado número de casos, el largo período de seguimiento y la selección de una cohorte de pacientes jóvenes en el momento de la fractura.

II. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Los trabajos publicados hasta la fecha presentan series unas veces más pequeñas y otras más heterogéneas que la nuestra. *Yalcinkaya* ⁸ en 2013, 13 pacientes con seguimiento de 14,7 años. *Iftimie* ⁷ en 2011, 51 pacientes con 17 años de media de seguimiento. *Antuña* ⁹ en 2010, 26 pacientes con seguimiento de 25 años. *Karlsson* ¹⁰⁸ en 2010, 19 pacientes con un seguimiento de 15 a 25 años. *Faldini* ¹⁰⁹ en 2006, 22 pacientes con un seguimiento de 15

años. *Herbertson*¹¹⁰ en 2004, 61 pacientes con 18 años de media en el seguimiento. *Ikeda*¹¹¹ en 2000 con 15 pacientes y seguimiento de 3 a 18 años. *Janssen*¹¹² en 1998 con 21 pacientes y seguimiento de 16 a 30 años. *Coleman*¹¹³ en 1987, 17 pacientes con un seguimiento entre 8 y 46 años. *Goldberg*¹¹⁴ que publicó en 1986 resultados de 36 pacientes con una media de seguimiento de 16,4 años. *Mikic*¹¹⁵ en 1983 con una serie de 60 pacientes con un seguimiento medio de 6,5 años, y *Morrey*¹⁰⁵ en 1979, con 13 pacientes y un seguimiento medio de 20 años, por citar las series publicadas más recientes (Anexo 5)

Nuestro estudio de 44 casos es el estudio con más pacientes por detrás de *Mikic*¹¹⁵ en 1983 que publicó 60 casos, aunque a diferencia del nuestro, su seguimiento era de 6,5 años de media frente a los 28,5 (rango 16-38) del nuestro y las edades de su estudio eran de 16 a 71 años frente a los 15 a 40 (28,5 años de media) del nuestro. El estudio de *Herbertsson*¹¹⁰ en 2004 publicó 60 casos, aunque solo 43 fueron resecciones iniciales y 18 tardías. Además, la edad media de sus pacientes era 41 años con un rango de 9 a 69 años. El estudio más similar en cuanto a criterios de inclusión pudiera ser el de *Antuña*⁹ en 2010, pero en su caso, el número de pacientes y el seguimiento medio es menor que el nuestro. El estudio de *Yalcinkaya*⁸ en 2013 presenta un rango de edad de 20 a 67 años y un seguimiento de 14,7 años de media. El trabajo de *Iftimie*⁷ y el de *Herbertsson*¹¹⁰ incluyen pacientes con fracturas Mason tipo 4 que supone la presencia de luxación concomitante del codo. Este hecho consideramos que puede marcar diferencias en el estudio.

Otros como *Karlsson*¹⁰⁸, *Coleman*¹¹³, *Herbertsson*¹¹⁰ y *Morrey*¹⁰⁵ mezclan casos intervenidos y no intervenidos en el caso del primero y casos agudos (intervención antes de 10 días) con casos tardíos (4-8 meses post-fractura) en los tres últimos. En nuestra opinión, esto añade heterogenicidad al grupo de estudio y los datos pueden verse alterados.

A la hora de diseñar este estudio, la finalidad principal fue seleccionar un grupo de pacientes lo más homogéneo posible en cuanto al tipo de fractura, tipos 2 y

3 de Mason. No debían tener otra patología asociada, ni luxaciones ni otras fracturas en la extremidad superior afecta ni en la contralateral que pudieran alterar las mediciones y las comparativas (utilizamos la extremidad superior contralateral como control). También se cuidó la edad de los pacientes, puesto que el uso de la extremidad varía con la edad y el tipo de trabajo o actividades de ocio. Por estas razones, el límite se puso en 40 años, edad que cumple un doble objetivo: los pacientes pueden tener una elevada demanda funcional, sobre todo trabajadores manuales, y podemos valorar si este uso de la extremidad afecta al comportamiento del antebrazo. Además, al ser personas jóvenes, disponemos de tiempos de seguimiento más largos, que en casos de personas de mayor edad en los que este tiempo es más limitado.

Otro criterio de selección del grupo de estudio se fijó en un mínimo de 15 años de seguimiento de los pacientes, para así poder valorar el comportamiento del codo, antebrazo y muñeca por alteraciones o problemas que puedan aparecer con el paso del tiempo y valorar el deterioro de estas articulaciones ante la falta de la cabeza radial.

Todos estos criterios de selección hacen que los candidatos susceptibles de entrar en el estudio tenían una edad menor que en otros estudios con grupos más heterogéneos.

Además de la pérdida de pacientes por cambio de domicilio o fallecimiento, la dispersión de los pacientes intervenidos por toda la Comunidad Foral de Navarra, dificulta el contacto y, otras veces, complica la colaboración para desplazarse desde poblaciones lejanas o con limitaciones del transporte. La mayor población en la Comunidad se encuentra en Pamplona y municipios cercanos, lugares de residencia también, de la mayoría de los pacientes candidatos a participar en este estudio.

III. IMPORTANCIA DE LA CABEZA DEL RADIO

Según estudios biomecánicos, la cabeza del radio es un importante estabilizador del codo. Durante un estrés en valgo, la banda anterior del ligamento colateral

medial actúa como estabilizador primario y la cabeza radial como secundario. En caso de lesión del ligamento colateral medial, fractura de olécranon o coronoides, la cabeza radial se convierte en el principal estabilizador al estrés en valgo y a fuerzas compresivas longitudinales ^{60,116}. Además, es un estabilizador en varo forzado y rotación externa forzada en la articulación del codo¹¹⁷. La cabeza del radio contribuye a la estabilidad posterolateral del codo mediante una adecuada tensión del complejo ligamentario colateral lateral, sobre todo en su fascículo medio o ligamento colateral cubital lateral ^{117, 118}, que es el estabilizador primario al estrés en varo del codo ².

Por otra parte, el adecuado contacto de la cabeza del radio con el cóndilo humeral, permite la transmisión de fuerzas desde la muñeca al codo ⁵⁴.

La cabeza del radio también se articula con la cavidad sigmoidea menor del cúbito formando la articulación radiocubital proximal, una de las tres articulaciones o cerrojos del antebrazo ¹⁶, que junto con la articulación radiocubital distal, forman la doble trocoide que permite el movimiento de prono-supinación del antebrazo ²⁴.

IV. FRACTURA DE LA CABEZA DEL RADIO

El mecanismo más frecuente de fractura de la cabeza del radio es una caída con la mano en extensión y una leve flexión y pronación del antebrazo ³. Sin embargo, se han realizado estudios que destacan la importancia de la rotación del antebrazo en el momento de la carga axial repentina (traumatismo) y su influencia en la gravedad de la lesión. *McGinley* ¹¹⁹ muestra en su estudio que la carga axial en supinación produce una fractura de ambos huesos del antebrazo, la carga axial en posición neutra resulta en una fractura aislada de la cabeza radial y una carga axial con el antebrazo en pronación resulta en una lesión de Essex-Lopresti. En esta posición de pronación, hay un máximo contacto entre la cabeza radial y el *capitulum* humeral y mínima tensión en la membrana interósea. A medida que el antebrazo rota de pronación a supinación, disminuye el contacto radio-*capitulum* y aumenta la carga sobre la

membrana interósea que se hace máxima con el antebrazo en supinación, mientras que el contacto radio-*capitulum* es mínimo.

Todo esto pone de manifiesto que, cuánto más pronación, mayor contacto radio-*capitulum* y más grave o conminuta será la fractura de la cabeza radial y más posibilidad de lesiones sobre la membrana interósea.

i. INCIDENCIA

La incidencia de la fractura de la cabeza radial varía entre 25 y 30 casos por cada 100.000 habitantes y año y suponen alrededor de un tercio de todas las fracturas del área del codo ^{1, 56, 57}.

La afectación, según el sexo, es igual, aunque la población masculina tiene tipos de fractura más severas y con más frecuencia presentan lesiones asociadas.

La edad de los pacientes que padecen una fractura de la cabeza radial presentan una media de 45 años, 48 años para las mujeres y 41 años para los hombres ^{1, 3, 57, 120}. Cuando se pasa de los 50 años, es mayor la incidencia en mujeres que en hombres ⁵⁶, probablemente en relación con la presencia de osteoporosis. La fractura de la cabeza es el doble de frecuente que la del cuello radial, que suele ser fracturas de baja energía asociadas a osteoporosis. La mayoría de las fracturas del cuello y de la cabeza radial son Mason tipo I y II ^{1, 56}.

ii. LESIONES ASOCIADAS

Se ha publicado la relación entre el incremento en complejidad de las fracturas según la clasificación de Mason y la presencia de lesiones asociadas ^{1, 4, 56, 57}. La incidencia de lesiones asociadas aumenta del 20% en fracturas no desplazadas al 80% en fracturas conminutas de la cabeza radial

⁵⁷ La gran mayoría son fracturas alrededor del codo, sobre todo lesiones de la superficie articular, que con mayor frecuencia afectan al cúbito proximal y en menor medida al *capitulum*. La fractura asociada de la apófisis coronoides se observa en un 15% de los casos, sola o asociada a luxación

del codo que se aprecia en 10-15% de todas las fracturas de la cabeza radial^{57, 120, 121}.

Aproximadamente, la mitad de las lesiones asociadas en el codo, suponen lesiones ligamentosas clínicamente significativas. Una rotura del ligamento colateral medial o lateral o combinación de ambos se puede diagnosticar en alrededor del 10% de los pacientes⁵⁷. Mediante estudios con resonancia magnética en pacientes con fracturas tipos II y III de Mason se han descrito lesiones en el ligamento colateral medial en 54%, ligamento colateral cubital lateral o fascículo medio del complejo lateral en 80% y lesiones de ambos ligamentos en 50% de los pacientes del estudio^{48, 122}. Aunque no todos estos pacientes son sintomáticos en el seguimiento precoz¹²³. Esto sugiere que muchas lesiones ligamentosas permanecen subclínicas y, a menos que se utilicen exploraciones adecuadas, pueden pasar inadvertidas en el examen inicial y pueden predisponer a la aparición de síntomas crónicos o de forma tardía⁵⁷.

Se han publicado lesiones parciales de la porción distal de la membrana interósea en nueve de catorce pacientes con fracturas leves de la cabeza radial (Mason tipo 1) mediante estudios con resonancia magnética¹²⁴. Estas lesiones no afectaban a la banda central de la membrana interósea y todos los casos se encontraron asintomáticos a las cuatro semanas de la lesión. Este estudio llama la atención sobre la asociación de lesiones de la cabeza del radio y membrana interósea que parece más frecuente que la sospechada.

Alrededor del 10% de los pacientes con fracturas de la cabeza del radio presentan lesiones asociadas alejadas del codo como radio distal, carpo u hombro.

Más importante por el daño que produce, es la lesión asociada de la cabeza del radio, membrana interósea y lesión ligamentosa a nivel de la articulación radiocubital distal. Esta lesión conocida como lesión o fractura de Essex-Lopresti se diagnostica en menos del 1% de los casos. En estos pacientes,

la resección de la cabeza radial está contraindicada porque se produce una inestabilidad longitudinal del antebrazo ^{4, 57}.

Las complicaciones neurovasculares son raras, sobre todo en fracturas con escaso desplazamiento. En lesiones más graves y con desplazamiento anterior o luxación se puede afectar el nervio radial o el ramo interóseo posterior. En cuanto a lesiones musculares, se dan en casos de luxación, afectan al músculo braquial anterior y se cree que puede estar en relación con la aparición de miositis osificante ⁵⁷.

Los pacientes de nuestra serie no tuvieron lesiones óseas asociadas o luxaciones y en las exploraciones preoperatorias disponibles no se constata la presencia de lesiones ligamentosas aparentes. Por otra parte, la mayoría de los pacientes de nuestra serie fueron intervenidos por cirujanos ortopédicos generales, sin entrenamiento específico en cirugía del codo y en una época en la que la patología y biomecánica de las fracturas de la cabeza del radio no eran del todo conocidas. Por esto, y dada la frecuente relación de estas fracturas con lesiones asociadas, es probable que algunas lesiones ligamentosas o incluso articulares pasaran inadvertidas, dando lugar a pacientes con secuelas o con signos y síntomas más importantes.

V. CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE LA CABEZA DEL RADIO

La ausencia de la cabeza radial tras su resección tiene un efecto secundario sobre las articulaciones del antebrazo.

iii. EFECTOS SOBRE LA ARTICULACIÓN DEL CODO Y RADIOCUBITAL PROXIMAL.

1. Consecuencias clínicas

La resección de la cabeza radial altera la cinemática del codo, incluso en situaciones de integridad de los ligamentos colaterales, provocando un incremento de la laxitud en varo y valgo del codo ¹²⁵. En caso de rotura de

los ligamentos, la laxitud es mayor y solo se corrige con reparación de los ligamentos y sustitución de la cabeza radial por una prótesis ¹²⁵.

La relación entre resección de la cabeza radial y la presencia de inestabilidad posterolateral rotatoria fue descrita por *Hall* en 2005 ¹¹⁸ con 17% de inestabilidad en una serie de 42 pacientes. *Antuña* ⁹ señala 2 casos de su serie de 26 (7,7%). De la misma manera, en nuestro estudio también hemos constatado 2 pacientes con inestabilidad posterolateral rotatoria (4,5%) al realizar la prueba de *pivot shift*, aunque también se han detectado 6 pacientes más (13,6%) con dolor al realizar esta maniobra o la de *drawer* y *chair test*, todos ellas encaminadas al diagnóstico de inestabilidad posterolateral rotatoria. La presencia de dolor al realizar las maniobras no significa presencia de inestabilidad, pero hay que reconocer que algunos pacientes pueden no colaborar al realizar la maniobra ante la aparición de dolor o al sentir sensación de inestabilidad en el codo, con lo que puede ser, que el porcentaje de maniobras positivas sea mayor. Esto puede explicar el porcentaje menor de nuestra serie.

La inestabilidad posterolateral rotatoria se atribuye a un daño agudo del fascículo medio del complejo ligamentario lateral no detectado en el momento del traumatismo ¹¹⁸, aunque otra posibilidad es la lesión yatrogénica de esta estructura en el momento de la cirugía de la resección de la cabeza radial ⁹.

En nuestra serie, 4 pacientes (9,1%) presentaron una laxitud en valgo, 3 de ellos con dolor al realizar la maniobra y, dos más, con dolor, pero sin laxitud. Otras serie muestras datos similares ⁹ aunque *Goldberg* refleja este dato hasta en el 36% de los pacientes ¹¹⁴. El autor refiere que esa inestabilidad probablemente se deba a la falta de soporte lateral de la cabeza del radio contra el estrés en valgo.

Las causas pueden ser una lesión del complejo ligamentario medial en el momento del traumatismo, pero sin datos de inestabilidad en el periodo postoperatorio cobra fuerza la creencia que el aumento de laxitud se debe a

un estiramiento progresivo del ligamento con el tiempo y debido a la sobrecarga que recibe ⁹.

2. Consecuencias radiológicas

La ausencia de contacto radiohumeral tras la resección de la cabeza del radio tiene tres consecuencias radiológicas en el codo: aumento del ángulo de carga, cambios degenerativos en la articulación cúbito humeral y cambios en la posición del muñón radial proximal ^{8,9,60,114,115}.

2.1. Aumento del ángulo de carga

Varios artículos describen aumentos variables del ángulo de carga en el codo afecto ^{7-9,110}. Esta deformidad se cree que es consecuencia de la alteración en la biomecánica del codo que sigue a la resección de la cabeza ¹¹⁵. Este aumento del valgo del codo puede provocar distensión y estiramiento del nervio cubital y producir síntomas. Si los síntomas son persistentes o empeoran, a veces es necesaria la cirugía descompresiva y trasposición del nervio cubital.

En nuestra serie los valores del ángulo de carga se mueven entre 3.2 y 30.5° en el lado afecto, con diferencia significativa entre lado intervenido y sano ($p < 0,001$). La diferencia entre ellos es de 7.7 grados de media. Otras series publicadas citan cifras similares de aumento medio del ángulo de carga en el lado afecto desde 2 grados en la serie de *Karlsson* ¹⁰⁸ o 5 grados en la de *Goldberg* ¹¹⁴, hasta los 11° de media de la serie de *Antuña* ⁹.

En nuestra casuística, el 29,5% de los pacientes presentaban parestesias en territorio cubital o signo de Tinel positivo en el codo. 5 pacientes (11,4%) estaban intervenidos mediante transferencia anterior del nervio. Estos datos difieren levemente de los publicados en algunas series, desde una afectación del 38% en el trabajo de *Karlsson* ¹⁰⁸ o 24,6% en la publicación de *Herbertsson* ¹¹⁰ hasta el 8% citado en la serie de *Mikic* ¹¹⁵. Otros autores

como *Yalcinkaya* o *Iftimie* no relatan afectación del nervio en los pacientes de sus series ^{7,8}. No obstante, hay casos de pacientes con alineación del codo normal con síntomas del nervio cubital y otros con valgos de hasta 45° sin ningún tipo de clínica ¹¹⁵.

Mientras alguna serie muestra relación significativa entre el ángulo de carga y el DASH⁸ nosotros no hemos encontrado en nuestros pacientes esta relación. Tampoco hemos hallado relación entre ángulo de carga y resección del muñón proximal ni con la presencia calcificaciones a nivel del codo, sin embargo, apreciamos un aumento de la diferencia del ángulo de carga (medición del lado afecto menos el lado sano) con artrosis más avanzada del codo con mediciones de 7.8° en codo normales o afectación leve hasta 15.2° en casos de artrosis más severa. Esta relación es casi significativa (T *Student* p=0,084). La relación entre el ángulo de carga o el aumento del mismo con la presencia de síntomas del nervio cubital, signo de Tinel + o intervención descompresiva del nervio, es negativa en nuestra serie.

2.2. Cambios degenerativos en articulación húmerocubital

La presencia de cambios degenerativos a nivel del codo después de la resección de la cabeza radial es muy alta y varía en la literatura desde el 52% de los casos en la serie de *Mikic* al 100% de los trabajos de *Antuña*, *Ikeda* y *Goldberg*. ^{7-9,105,109,111,114,115}

Esto se debe a dos posibles causas, por un lado, la lesión articular en el momento del traumatismo y la otra, más probable, la alteración de la biomecánica del codo debido a la falta de contacto radiohumeral que provoca con el uso una artrosis en el codo ¹²⁶.

Hemos seguido en nuestro trabajo la escala de *Broberg* y *Morrey* ⁵⁸ por ser simple y la más utilizada en la mayoría de los trabajos publicados.

En nuestra serie, encontramos cambios degenerativos en 41 de 44 codos estudiados (93%), la mayoría leves y moderados. Lo mismo que en otros trabajos publicados ^{7-9,97,102} no se ha establecido una relación entre el grado de cambios degenerativos a nivel del codo y deterioro funcional o resultado

clínico ese nivel, aunque hemos apreciado una mayor pérdida de extensión del codo en casos de artrosis más severas sin relación significativa.

2.3. Cambios de posición del muñón radial proximal

El muñón proximal del radio a menudo tiende a una colocación medial y posterior, que resulta en un alineamiento no anatómico con el *capitulum*, esta situación empeora con resecciones mayores de 2 cm ¹²⁷. En nuestro estudio hay 8 casos con resecciones de 2 cm o más (máximo 24,02 mm) pero solamente se han visualizado 3 casos de claro compromiso entre muñón proximal del radio y el cúbito con presencia de artrosis radiológica. Hemos observado una mayor presencia de calcificaciones periarticulares en los casos de resecciones mayores, con una relación casi significativa (Mann-Whitney $p=0,07$) y también apreciamos una correlación positiva (Spearman $p=0,058$) entre el acortamiento del muñón proximal y el disbalance radiocubital distal a nivel de la muñeca, es decir, apreciamos mayores desbalances cubitales distales con resecciones proximales mayores. Las relaciones con la fuerza de presa de puño, grosor de la membrana interósea, variación en el ángulo de carga, presencia de artrosis en el codo o movilidad a nivel del codo y muñeca han sido todas negativas.

2.4. Calcificaciones periarticulares

El origen de las calcificaciones periarticulares es desconocido, pero se cree que pueden estar en relación con la severidad del daño a los tejidos blandos ocasionado durante el traumatismo inicial ¹¹⁵. Otra causa pudiera ser el traumatismo quirúrgico.

En nuestra serie hemos apreciado presencia de calcificaciones a nivel del codo en 54,5% de los casos, localizadas sobre todo a nivel de ligamentos y cápsula articular y a nivel de la osteotomía.

Janssen ¹¹² publicó la relación entre la presencia de calcificaciones periarticulares y pérdida de movilidad, especialmente la rotación del antebrazo. Este hecho no se ha publicado por otros autores y en nuestra

serie las relaciones entre calcificaciones periarticulares y movilidad en flexo-extensión del codo y prono-supinación del antebrazo no son significativas.

iv. EFECTOS SOBRE LA MEMBRANA INTERÓSEA Y ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL MEDIA.

La membrana interósea junto con las diáfisis del radio y cúbito forman la articulación radiocubital media ^{16,25} y sus funciones son proporcionar estabilidad transversal y longitudinal al antebrazo y permitir la adecuada transmisión de fuerzas de la muñeca al codo ^{27,28,30,35}.

1. Consecuencias clínicas

La resección de la cabeza del radio supone la ausencia de uno de los tres cerrojos del antebrazo y la pérdida del apoyo radio-humeral ²⁶. En este caso, la membrana interósea es la estructura que mantiene la estabilidad longitudinal del antebrazo ¹²⁸. Estudios de *Hotchkiss* ³⁷ en modelos de cadáveres frescos, muestran que la banda central es responsable del 71% de la rigidez longitudinal de la membrana interósea tras la resección de la cabeza radial y la contribución del complejo fibrocartílago triangular es del 8%.

Ya hemos visto la relación entre complejidad de la fractura de la cabeza radial y la incidencia de lesiones asociadas ⁵⁷. Además, subrayar la importancia de la posición del antebrazo en el momento de la lesión, que puede suponer además de una fractura conminuta, una ausencia de lesión, una lesión parcial o total de la membrana interósea, cuánto mayor es la pronación del antebrazo al recibir la carga axial ¹¹⁹.

Se ha hablado de las características de la membrana interósea y su limitada capacidad de cicatrización con integridad estructural cuando se lesiona ^{26,27,33}, debido a su alto contenido en colágeno. Esto se ha comprobado en casos de lesiones de Essex-Lopresti crónicas, donde se ha apreciado un

empeoramiento clínico y desequilibrio radiocubital distal que hace pensar que algunas lesiones no curan de forma espontánea^{37,129}.

También se han observado casos de resección quirúrgica de la cabeza radial con migración proximal progresiva del radio. Se considera que si esta migración es mayor de 5 mm puede indicar que la membrana interósea es incompetente.

Esto puede deberse a dos razones, bien que la membrana está lesionada o desgarrada desde el principio, produciendo una lesión de Essex-Lopresti inicial, o bien, en el momento del traumatismo, se produce un desgarro parcial y como consecuencia de las contracciones repetidas de los músculos, se provoca una distensión o insuficiencia progresiva de las fibras restantes que puede llegar, con el tiempo, al desgarro completo²⁶.

Cuando se reseca la cabeza radial en el contexto de una lesión de la membrana interósea, ocurre una migración proximal del radio por la falta de transmisión de cargas desde radio al cúbito a través de la membrana rota. En este caso, toda la fuerza se transfiere directamente desde la articulación radiocarpiana a través del radio hasta el muñón radial proximal- *capitulum*³⁸. Esta transmisión de carga combinado con la tensión provocada por el biceps y la masa muscular flexora-pronadora conduce a la migración proximal del radio, compromiso radiocapitelar, alargamiento relativo cubital y síntomas asociados en codo y muñeca^{19,30,130}.

Estudios de *McGinley*³⁴ sobre modelos en cadáver, muestran una variación con la edad del módulo elástico de las fibras de la banda central de la membrana interósea así como en el espesor medio de la muestra. El módulo elástico disminuye con la edad en las muestras estudiadas. El cambio en la elasticidad puede deberse al cambio en la estructura o tipo del colágeno, cambios en el número de fibras ultraestructurales o cambios en la densidad de entrecruzamiento del colágeno. En cuando al grosor de la membrana, relata un incremento del espesor medio de la muestra estudiada de 0,056 mm por año.

Todas estas variaciones en la rigidez de la membrana relacionadas con la edad pueden influenciar la mecánica del antebrazo después de un traumatismo, especialmente tras una resección de la cabeza del radio. Pacientes añosos con membranas más elásticas pueden tener un aumento de la migración proximal del radio bajo cargas menores que pacientes más jóvenes con membranas más rígidas ³⁴.

Después de un traumatismo con resección de la cabeza radial, aún sin lesión de la membrana interósea, estas fibras indemnes soportan un incremento de las cargas axiales que puede llevar a un fallo por fatiga crónica que resulta en la migración proximal del radio. Esto podría explicar los síntomas tardíos sobre la articulación radio-cubital distal que se ven en algunos pacientes tras la resección de la cabeza radial o incluso conducir a una inestabilidad longitudinal si estas fibras terminan fallando ^{30,35,131,132}.

Por todas las razones argumentadas y el hecho de la dificultad de tratar lesiones en fase crónica, cobra importancia el diagnóstico preciso de una posible lesión parcial o total de la membrana interósea.

2. Consecuencias radiológicas

La membrana interósea es radiotransparente por lo tanto en la radiografía simple solamente podemos detectar signos indirectos, que en la fase crónica serán la migración proximal del radio visible a nivel de la muñeca o cambios degenerativos secundarios en codos y muñecas. Con radiografías dinámicas podemos valorar en quirófano y bajo anestesia general la tensión de la membrana con test de estrés axial (*axial stress test*), aunque estas maniobras son válidas para traumatismos agudos y se indican con menor frecuencia para el diagnóstico de lesiones crónicas.

El estudio con resonancia magnética, *gold standard* actual, permite visualizar la membrana interósea, hipointensa en T1 y T2 y sobre todo en secuencias de supresión grasa ⁷⁹. Los cortes transversales son donde mejor se aprecia una lesión de la membrana visualizando una interrupción de la

imagen entre radio y cúbito. *McGuinley*¹³³ en un estudio de 16 antebrazos de cadáver publicó un valor predictivo positivo del 100%, valor predictivo negativo del 89%, una sensibilidad del 87,5% y una especificidad del 100% para lesiones de la membrana interósea. Las desventajas de esta técnica son el acceso, a veces difícil, el elevado precio de la exploración y la imposibilidad de realizar maniobras dinámicas.

La ecografía es otro método diagnóstico en el diagnóstico precoz de ruptura de la membrana interósea,⁷⁸ que, a diferencia de la resonancia, es barata, el acceso es más sencillo, podemos realizar maniobras dinámicas y exploraciones de ambos antebrazos para comparar resultados¹³⁴. Tiene el inconveniente que es una técnica dependiente del operador y su experiencia. *Fester*⁷⁹ en un estudio en 19 modelos de cadáver, establecieron una sensibilidad del 100%, una especificidad del 89% y una tasa global de precisión del 94% en el diagnóstico de roturas de la membrana interósea.

La ecografía dinámica permite valorar el denominado signo ecográfico de hernia muscular (*muscular hernia sign*) descrito por *Soubeyrand*⁸² en un estudio sobre 12 cadáveres frescos. Una compresión antero-posterior de los músculos de antebrazo provoca un ligero abombamiento de la membrana interósea cuando está intacta. En caso de rotura, la misma maniobra produce una proyección de los músculos flexores a través de la membrana rota. En este estudio los autores buscan este signo en un corte axial con el antebrazo en rotación neutra, el transductor colocado en la zona dorsal y la presión se realiza desde la zona palmar del antebrazo. *Jaakkola*¹³⁴ en su estudio de 9 cadáveres frescos utiliza un protocolo de examen dinámico que consiste en realizar rotaciones del antebrazo y realizar barridos ecográficos de proximal a distal.

La colocación del paciente y del transductor ecográfico varía de unos autores a otros, mientras *Soubeyrand*⁸² y *Falla*⁸¹ colocan el transductor por dorsal y antebrazo en rotación neutra, aludiendo mejor visualización por el

menor espesor de las partes blandas y la distancia menor entre el transductor y la membrana interósea que mejora la resolución de las imágenes, otros como *Jaakkola*¹³⁴ utilizan el abordaje ecográfico palmar o anterior.

En nuestro estudio cada paciente se colocó sobre una camilla con el antebrazo en supinación y el transductor sobre la zona palmar o anterior del antebrazo en su tercio medio. Mediante la ecografía estática se buscaron lesiones o roturas de la membrana y al realizar el examen dinámico, se presionó la musculatura dorsal del antebrazo para visualizar el signo ecográfico de la hernia muscular.

Se buscaba en la zona media del antebrazo (zona de la banda central), la presencia de una estructura ecogénica entre cúbito y radio. Se tomaron 3 medidas del grosor de esa estructura en su zona intermedia entre cúbito y radio. Posteriormente se hizo el mismo procedimiento en el lado contralateral sano que nos sirvió de control.

Este protocolo se realizó en un grupo control de 25 individuos sanos, que sirvió para valorar posibles diferencias en el grosor de la membrana interósea entre lado dominante y no dominante. La comparación de medias con la prueba T de *Student* no muestra diferencias significativas ($p=0,310$), por tanto, no fue necesario normalizar los datos a la hora de realizar las comparaciones.

El grosor medio de la membrana interósea en el lado afecto es de 1,74 mm (rango 1,35 – 2,2 mm) y 1,78 mm (rango 1,3 – 2,45 mm) para el lado no afecto o sano. La diferencia media entre ellos es de 0,04 mm (rango -0,4 a 0,55 mm). No existieron diferencias significativas entre lado afecto y no afecto ($p = 0,276$) en el test de Willcoxon.

*Jaakkola*¹³⁴ realiza mediciones del grosor de la membrana mediante ecografía en 9 cadáveres y cita una variación ente 1 y 3 mm. *McGuinley*²⁸ hace una medición con micrometría láser e imágenes de resonancia

magnética y encuentra un grosor de $2,18 \text{ mm} \pm 0,20$ con el primer método y $1,86 \text{ mm} \pm 0,25$ con el segundo. El grosor aumenta levemente en el antebrazo hacia proximal y hacia la vertiente radial.

En todos los pacientes de nuestra serie, hemos constatado la presencia de una estructura ecogénica o hiperecogica entre cúbito y radio que identificamos como membrana interósea. En tres pacientes hemos observado zonas de discontinuidad de esta estructura hiperecogénica, pero, al realizar el barrido ecográfico hacia zonas más distales, la estructura presenta continuidad y es ahí donde se realiza la medición del grosor. Estas zonas de discontinuidad se pueden corresponder con desgarros o lesiones parciales de la membrana, aunque también puede ser artefactos debido a la técnica ecográfica. En la figura 51 se muestra la explicación sobre la visualización ecográfica de los desgarros o lesiones parciales con el resto de la membrana presente y competente, aunque en nuestra opinión, esta membrana remanente es más susceptible a su fracaso.

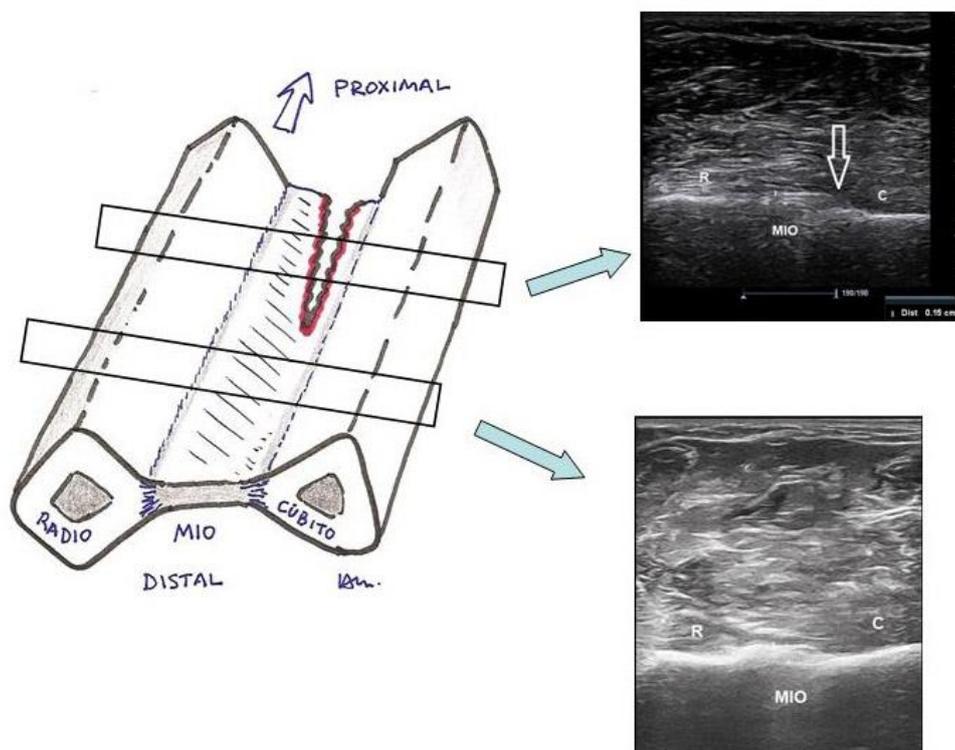


Figura 51. Esquema sobre la explicación de defectos o desgarros parciales en la membrana interósea y su visualización con la ecografía. Elaboración propia.

La mayoría de los estudios publicados sobre la valoración de la membrana interósea con ecografía se realizan en antebrazos de cadáver. Para exponerla, se realiza un abordaje dorsal y disección roma a través de la musculatura hasta llegar a la porción central de la membrana interósea que se secciona con bisturí^{80,82,134}. Posteriormente se realiza la ecografía.

En nuestro caso, el estudio se realiza en pacientes vivos y habiendo transcurrido mucho tiempo tras la lesión inicial. Esto puede suponer algunas diferencias respecto a los antebrazos de cadáver, como la acción y comportamiento de la musculatura o la presencia de cicatrices de la membrana, difíciles de diferenciar de tejido normal o desgarros de pequeño tamaño con el resto de la membrana funcionante.

Además, en antebrazos muy gruesos, con musculatura potente o importante capa adiposa, puede ser a veces difícil la correcta visualización de las estructuras, puesto que, con mayor distancia entre el transductor y la membrana, empeora la resolución de la imagen⁸². En nuestro caso se colocó al paciente con el antebrazo en supinación con el transductor por la cara anterior, que es la zona en la que hay más masa muscular.

Nuestro objetivo es visualizar una estructura ecogénica entre cúbito y radio y realizar medidas de su grosor en la zona donde se aprecia continuidad de esta estructura. Esta medición se realizó en todos los pacientes.

No se encontró relación significativa entre el grosor de la membrana y la diferencia de la membrana sana de la afecta, (diferencia no significativa), ni con el desbalance radiocubital distal ni con el acortamiento del muñón proximal. Tampoco hemos hallado significación al relacionar el grosor de la membrana con la varianza cubital dividida en tres grupos según el grado de desbalance radiocubital distal.

Se encontraron tres casos donde se apreció, de forma clara, una discontinuidad parcial en la membrana con continuidad distal:

- el primero se trata de una mujer con un peloteo radiocubital distal positivo, sin artrosis a nivel de la muñeca, con un desbalance radiocubital

de 3,46 mm y una diferencia en el grosor de su membrana interósea de 0,5 mm del lado afecto respecto del lado sano. Refiere estar muy satisfecha y presenta un DASH de 1,6;

- el segundo caso se trata de un varón, con una exploración normal de su muñeca, artrosis moderada radiocubital distal y un disbalance radiocubital de 5,86 mm. No había diferencia en el grosor de la membrana interósea del lado sano y afecto. Está satisfecho y presenta un DASH de 3,3;
- el tercer paciente es una mujer, con un peloteo radiocubital +, tiene una artrosis leve radiocubital en su muñeca y la varianza cubital es de 3,49 mm. No hay diferencia en el grosor de la membrana interósea. Está satisfecha y presenta un DASH de 9,17.

Como conclusión de estos hallazgos podemos reseñar que, el disbalance radiocubital distal es mayor de 3,45 mm en los tres casos. El disbalance de 5,86 mm es el mayor de nuestra serie, del total de 19 pacientes con varianzas radiocubitales mayores de 3 mm. Además, dos de estos casos tienen inestabilidad radiocubital distal. A pesar de que dos de estos tres casos tienen el mismo grosor de la MIO en el lado afecto y sano, la presencia de desgarros parciales pudiera estar en relación con el grado de migración proximal del radio.

En el estudio ecográfico dinámico, el transductor se colocó en la zona anterior del antebrazo que se encuentra en posición de supinación. Aplicamos presión con los dedos sobre la musculatura dorsal y valoramos el signo de la hernia muscular ecográfica descrito por *Soubeyrand*⁸².

En nuestro caso, no hemos percibido herniación de la musculatura dorsal del antebrazo sobre la zona anterior del mismo, aunque en tres casos hemos apreciado una dureza al realizar la maniobra mayor que el lado contralateral sano. En cuatro casos hemos apreciado una dureza menor o laxitud que el contralateral, pero sin evidenciar paso de musculatura al compartimento

anterior. Estos casos son diferentes a los encontrados con lesiones parciales de la MIO y en el caso de la dureza aumentada se presentaban en pacientes con varianzas distales menores. Los casos donde se apreciaba una menor dureza se trata de pacientes con varianzas cubitales mayores de 2,5 mm.

*Soubeyrand*⁸² coloca al paciente con el antebrazo en prono-supinación neutra, el transductor lo coloca en la zona dorsal y aplica la fuerza en la musculatura anterior. Esta posición es diferente a la que hemos utilizado en nuestro estudio y pudiera ser también causa de diferentes resultados. En la posición de supinación la MIO está en tensión, por lo que la laxitud de la misma que hemos apreciado bien se podría interpretar como posible incompetencia.

Por otra parte, *Sobeyrand*⁸² en su trabajo, realiza la maniobra en antebrazos de cadáver en los que acaba de seccionar la membrana interósea. En nuestro caso, la lesión lleva muchos años de evolución y se trata de pacientes vivos. Creemos que el comportamiento de la musculatura al recibir la presión y la respuesta de la membrana interósea en vivos puede ser diferente o menor a los resultados en cadáver.

Para terminar, señalar que la calidad de la imagen ecográfica depende, además de la calidad del aparato, de la habilidad de la persona que la realiza⁸². En nuestro caso el ecógrafo utilizado es de calidad intermedia y uso general. El encargado de la realización de las ecografías es el autor de este trabajo, un cirujano ortopédico con formación específica complementaria en ecografía.

V. EFECTOS SOBRE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL.

De acuerdo con el concepto de los tres cerrojos, la lesión o ausencia de un único cerrojo puede ser compensado por la normalidad de los otros dos.

Mientras que la inestabilidad de dos cerrojos no puede ser compensada por la estabilidad aislada del tercero ²⁶.

En nuestro caso, la ausencia es del cerrojo proximal o articulación radiocubital proximal. La normalidad de las articulaciones radiocubitales media (membrana interósea) y distal (complejo fibrocartílago triangular) podría compensar la falta de la cabeza del radio.

1. Consecuencias clínicas

Existe una asociación de lesiones ligamentarias que acompañan a las fracturas de la cabeza radial, más graves, cuanto más grave es la fractura de la cabeza del radio ^{48,57,120}. Estas lesiones puede afectar a la membrana interósea, que, si sufre una lesión aguda junto a la rotura del complejo fibrocartílago triangular, supone una lesión de Essex-Lopresti aguda con una inestabilidad longitudinal aguda del antebrazo ⁵². Esta lesión aguda es poco frecuente, sin embargo, es más posible que la membrana interósea sufra un desgarro o lesión parcial y con el tiempo pueda llegar un desgarro total ^{19,26,30,35}. Esto supone que el siguiente estabilizador, el complejo fibrocartílago triangular, sucumba ante el fallo de los dos cerrojos previos y provoque sintomatología a nivel de la muñeca.

Otros autores como *Rozental* ¹³¹ y *Rabinowitz* ¹³² y antes que ellos *McDougall* ¹⁰ afirman que, aún en ausencia de lesión de la membrana interósea y del complejo fibrocartílago triangular, tras la fractura inicial de la cabeza radial, la carga dinámica fisiológica puede resultar en un estiramiento de estos dos estabilizadores del antebrazo, permitiendo una migración proximal del radio de hasta 7 mm ¹³². Esto podría explicar la aparición tardía de síntomas en la muñeca en algunos pacientes.

La manifestación del estiramiento o rotura de los estabilizadores medio y distal es la migración proximal del radio, debido a una alteración en la transmisión de cargas y la tensión muscular en el antebrazo ^{30,130}. Esto

puede suponer una limitación en la rotación del antebrazo y desviación cubital de la muñeca así como dolor en la región cubital de la muñeca ^{135,136}.

El diagnóstico en la fase subaguda o crónica es complejo. El paciente puede presentar dolor a nivel de la muñeca, limitación para la movilidad de la muñeca o el antebrazo y falta de fuerza de puño, además de una cabeza cubital prominente. Es necesario una exploración completa del antebrazo y evaluar la articulación radiocubital distal en busca de inestabilidad en todas las posiciones, supinación, neutro y pronación ^{19,30}.

Si la membrana interósea está lesionada y se secciona el ligamento radiocubital palmar, la parte distal del cúbito se luxa a dorsal en supinación, mientras que si se secciona el ligamento dorsal, el cúbito distal se luxa a palmar en supinación ¹³⁷, puesto que esos ligamentos son lo que proporcionan estabilidad a la articulación.

En nuestro estudio, hemos realizado una exploración completa de la articulación radiocubital distal en busca de inestabilidad, dolor o falta de movilidad y fuerza. El estudio radiológico valora la relación radio-cúbito, presencia de artrosis radiocubital distal y cúbitocarpiana, así como variaciones del ángulo de inclinación radial y morfología de la articulación radiocubital distal.

En cuanto a la exploración, el signo clínico más frecuente es el de la tecla de piano en un 20% de los casos. Este signo no indica una inestabilidad en si misma, puesto que se puede apreciar también en algunos pacientes con laxitud articular. El peloteo radiocubital distal, que es un test más específico de inestabilidad radiocubital distal ^{42,137} está presente en 7 pacientes de nuestra serie (15,9%), la mayor parte en posición neutra. En un caso apreciamos inestabilidad en todas las posiciones (inestabilidad global). Si sumamos los dos signos clínicos descritos, nos encontramos con un 22,7% de nuestra serie con inestabilidad radiocubital distal.

El *press test* y el test de compresión cúbitocarpiano, nos informan sobre posibles lesiones del complejo fibrocartílagos triangular, bien roturas del disco o degeneración cúbitocarpiana. Del primero hemos constatado 1 caso de dolor claro con la maniobra, sin embargo, un 20% de los casos mostraban molestias al realizar la prueba. Hay dos pacientes con dolor a la maniobra de estrés cúbitocarpiano, uno en posición neutra (que además presenta peloteo radiocubital distal en posición neutra) y otro en supinación. Estos datos nos indican una baja afectación clínica del complejo fibrocartílagos triangular en nuestra casuística (6,75%).

En dolor a nivel de la articulación radiocubital distal se valora mediante el test de rotación resistida y el test de compresión cubital. En nuestra serie solo hemos encontrado un caso (2,25%) con dolor claro a ese nivel y con los dos test clínicos positivos (este mismo paciente presentaba luxación del tendón ECU). Al igual que el apartado anterior, la incidencia de dolor en la articulación radiocubital distal es muy baja.

La mayoría de las series publicadas no reflejan datos sobre la exploración de la muñeca en pacientes con exéresis de la cabeza del radio. Salvo *Mikic*¹¹⁵ que publica un signo de la tecla de piano positiva en 15 pacientes (25%) y en 7 de ellos percibe crepitación en la muñeca con los movimientos de pronación y supinación. En el resto de la literatura, los resultados se encaminan hacia la medida del dolor en la muñeca, movilidad de pronosupinación y fuerza de presa de puño.

2. Consecuencias radiológicas

El estudio radiológico debe incluir el codo y la muñeca. Las radiografías pueden mostrar una varianza cubital positiva y compromiso cúbito-carpiano, con quistes o cambios escleróticos en el piramidal o semilunar secundarios a la impactación cubital¹³⁸, además de una alteración de la articulación radiocubital distal.

- **Cambios degenerativos**

En el estudio radiológico de nuestra serie se aprecia artrosis a nivel de la articulación radiocubital distal en el 59,1%, aunque la mayor parte son leves y moderados (25 y 27,3% respectivamente). Solamente en 3 pacientes hemos visto una artrosis grave (uno de ellos también tenía en el lado sano). En cuanto a la artrosis cúbitocarpiana, se visualiza en el 47,7% de los casos, la mayoría leves (14 casos leve y 7 moderada). No hemos apreciado artrosis grave a ese nivel.

*Yalcinkaya*⁸ publica cambios degenerativos leves en 4 muñecas de sus 14 pacientes (28,6%) sin especificar localización. En el caso de *Morrey*¹⁰⁵, refiere presencia de artrosis leve en 4 de sus 13 pacientes (30,7%). *Janssen*¹¹² no aprecia artrosis en ninguna muñeca de sus 18 casos y *Coleman*¹¹³ constata siete cambios leves y uno moderado de sus 17 casos (47%).

Hemos apreciado en nuestro estudio una relación casi significativa entre la presencia de artrosis radiocubital distal y disbalance radiocubital distal (*T Student* $p = 0,059$) y relación significativa entre puntuación en la escala DASH y presencia de artrosis cúbitocarpiana (Mann-Whitney $p = 0,046$). El análisis de este último dato, muestra que la media de puntuación DASH cuando hay artrosis cúbitocarpiana es inferior (4,7) que cuando no hay artrosis (9,01) y no tenemos explicación para este hallazgo. No apreciamos, en nuestro estudio, relación con la movilidad o fuerza a nivel de la muñeca.

- **Varianza radiocubital distal**

La medida del disbalance radiocubital distal está presente en la mayoría de los trabajos de la literatura. Varían entre los autores que describen medias de valores, entre 1,6 mm de *Ikeda* o 1,7 mm de *Yalcinkaya*⁸ a 3,1 mm en caso de la serie de *Antuña*. Los rangos publicados se encuentran entre 0 y hasta 9 mm en caso de *Antuña* o de 8 mm en la serie de *Coleman*¹¹³.

Otros autores son menos explícitos en sus datos. *Goldberg* aprecia disbalance mayor de 1 mm en 8 de sus 36 casos (22,2%) o *Iftiemie* que anota 5 casos con varianzas menores de 3 mm, aunque encuentra 2 casos

en los que han precisado de osteotomía de acortamiento del cúbito para nivelar la varianza. *Mikic*¹¹⁵ denomina subluxación radiocubital distal a esta varianza cubital positiva y lo encuentra en 28 de sus 60 casos (46,7%).

Para nosotros, la diferencia entre la varianza cubital entre lado afecto y lado sano es 2,68 mm de media, con un rango de 0,2 a 5,86 mm. En nuestra serie 4 pacientes presentan un disbalance radiocubital distal mayor de 4 mm. Existe diferencia significativa ($p < 0,001$) entre lado afecto y sano.

Morrey publica que la severidad de la migración proximal del radio proximal no se correlaciona con el estatus funcional de la muñeca, los cambios radiológicos de artrosis degenerativa en la muñeca y codo o la severidad del dolor de los pacientes¹⁰⁵. *Yalcinkaya* por el contrario, encuentra en su estudio una fuerte correlación entre la varianza cubital y los cambios degenerativos radiológicos en codos y muñecas sin alteraciones clínicas a esos niveles⁸.

Otros autores no hallan relación entre grado de desplazamiento y síntomas a nivel de la muñeca^{10,112,113}, aunque *Mikic* apunta disminución de la pronación y supinación en 21 de los 28 pacientes de su serie con subluxación radiocubital distal¹¹⁵.

En nuestro estudio encontramos una correlación casi significativa entre el disbalance radiocubital distal y acortamiento del muñón proximal (Spearman $p=0,058$) y también con la presencia de artrosis radiocubital distal (T *Student* $p=0,059$) y con la fuerza de flexión en la muñeca (Spearman $p=0,085$). El resto de correlaciones con flexión-extensión o desviación cubital de la muñeca, pronación y supinación del antebrazo, fuerza de presa de puño, grosor de la MIO o presencia de cambios degenerativos en el codo han sido todas negativas. Cuando realizamos el análisis en 3 grupos de disbalance radiocubital, observamos una variación en las medias de los grupos para la presencia de artrosis a nivel del codo con relación casi significativa (Chi Cuadrado $p=0,068$). El resto de relaciones son todas negativas.

En un análisis más selectivo, de los 4 casos de nuestro estudio con varianzas cubitales mayores de 4 mm, dos presentan artrosis grave radiocubital distal y los otros dos, artrosis moderada. El otro caso de artrosis grave se da en un paciente con un desbalance de 2 mm. Por otra parte, de los 12 casos con varianzas menores de 2 mm, solo apreciamos artrosis radiocubital distal moderada en dos casos y leve en tres.

Los siete pacientes de nuestra serie con peloteo radiocubital positivo (inestabilidad radiocubital distal) cinco de ellos presentan desbalance radiocubital distal mayor de 3 mm y dos menores de 2,5 mm. En el caso de pacientes con estrés cúbitocarpiano, los dos casos presentan varianzas mayores de 3,5 mm.

En base a estos datos observados en nuestra serie, parece que los pacientes con desbalances mayores tienen artrosis radiocubital más grave y más clínica de inestabilidad y dolor en la región cubital de la muñeca con maniobras de estrés que los pacientes con varianzas menores.

VI. RESULTADOS FUNCIONALES

Al tratarse de un estudio retrospectivo y por fractura tras caída accidental, nuestro trabajo no dispone de mediciones preoperatorias de la función de los codos y muñecas afectados. Por tanto, al igual que otros trabajos publicados, no podemos establecer relaciones entre datos previos y posteriores, aunque en nuestro estudio, todos los pacientes relataron una función normal de sus codos previo a la fractura y ningún paciente había tenido traumatismos o intervenciones quirúrgicas previas en sus codos.

Las relaciones se toman con el lado contralateral sano.

i. FLEXIÓN Y EXTENSIÓN DE CODO.

En este trabajo se ha reforzado la idea del antebrazo como unidad funcional con sus tres articulaciones radiocubitales proximal, media y distal. No obstante, la articulación radiocubital proximal se encuentra en la misma

cápsula articular que la cúbito-humeral y la articulación radiohumeral y en íntimo contacto gracias a las estructuras ligamentarias medial y lateral. Por tanto, la alteración de una de ellas tiene su influencia en la función del resto.

El movimiento de la articulación húmero-cubital, la más importante a nivel del codo, es la flexo-extensión del mismo. La articulación húmero-radial, está vinculada funcionalmente a la primera y participa en el mismo movimiento.

La disminución o limitación de la movilidad a nivel del codo y antebrazo después de la resección de la cabeza radial puede aparecer en todas las direcciones, pero el movimiento más afectado es la extensión del codo y la supinación del antebrazo ^{110,111,113-115}. Como posibles causas de esta limitación funcional se pueden citar: daño en el cartílago de la tróclea humeral o en el canal cóndilo-troclear; daño sobre los tejidos blandos en el momento del trauma inicial o en el momento de la cirugía; sobrecrecimiento o calcificaciones periarticulares, así como la alteración de la biomecánica del codo tras la resección de la cabeza con aparición de artrosis secundaria y migración proximal del radio ^{8,112,115}. En nuestro caso hemos apreciado una mayor pérdida de la extensión para casos de artrosis más severas sin relación significativa. No observamos relación con la presencia de calcificaciones.

En nuestra serie, la movilidad es de 138.3° de media, (mediana 140°) con un rango 120-145° para la flexión y 2.7° de media (mediana 0°) y un rango 0-25° para la extensión para los codos afectados. El arco total medio es de 135.5° (rango 100-145°). Cuarenta y tres pacientes (97,7%) presentan un arco funcional de flexo-extensión del codo (entre 30 y 130°) en el momento de la exploración. En términos de porcentaje, respecto al lado sano, esto supone una disminución media del 1,5% tanto para la flexión como para la extensión del codo

La serie de *Antuña*⁹ muestra unos resultados muy similares a la nuestra. En el resto de las series publicadas, el rango de flexo-extensión del codo varía entre los 13º de extensión (limitación para la extensión completa) en la serie de *Morrey*¹⁰⁵ a los 140º de media para flexión en la de *Herbertsson*¹¹⁰. Los trabajos de *Goldberg* y *Mikic* no citan datos exactos, sino porcentajes de disminución en los movimientos de flexo-extensión divididos en tramos de 10º en el caso de *Goldberg*¹¹⁴ y en leve, moderado y severo en el de *Mikic*¹¹⁵. *Janssen*¹¹² cita disminución de la extensión en 8 pacientes sin especificar cantidades y ningún paciente de su serie tiene déficit de flexión.

La extensión del codo se limita más que la flexión en todas las series publicadas y varía de 2.7º a 14º. En nuestro estudio no hemos apreciado correlaciones entre el movimiento de flexo-extensión del codo y el resto de las variables estudiadas, aunque se aprecia una pérdida mayor de la extensión en los casos de artrosis a nivel del codo más graves.

ii. FUERZA DE FLEXIÓN Y EXTENSIÓN DEL CODO

La mitad de las series de casos más importantes publicadas en los últimos años no realizan valoración o mediciones de la fuerza para la flexión y extensión del codo. Nosotros pensamos que es un dato relevante y por tanto creemos conveniente su estudio.

La valoración de la fuerza más exacta se realiza con un dinamómetro, un instrumento que nos proporciona unos datos más precisos y reproducibles que los que se pueden obtener clínicamente¹⁰⁵. Debido a la gran variación en la fuerza de los pacientes, utilizamos el codo contralateral sano como control. Sin embargo, existe una diferencia en cuanto a la fuerza, entre el lado dominante y no dominante y, por esta causa, es aconsejable normalizar los datos para evitar el sesgo por dominancia.

En nuestro caso hemos medido la fuerza de flexión y extensión en un grupo de 25 individuos sanos, con el mismo dinamómetro Hoggan MicroFET 2 que hemos utilizado en los pacientes del estudio. Al realizar las comparaciones entre lado dominante y no dominante, hemos encontrado una diferencia significativa para la flexión del codo con una diferencia media de 1,47 kg_f. En el caso de la extensión del codo, no hemos encontrado diferencias significativas entre ambos lados. Por tanto, solo hemos corregido los datos con el factor 1,47 kg_f para los valores de flexión del codo.

La fuerza de flexión media para el lado afecto es de 18,5 kg_f (mediana 15,9 kg_f) con un rango 8,5-38,5 kg_f. La fuerza de extensión media es de 14,8 kg_f (mediana 12,1 kg_f) con un rango 6,3-30,5 kg_f. Existen diferencias significativas (test de Willcoxon $p < 0,05$) tanto para la flexión como la extensión entre lado afecto y sano. Si expresamos la pérdida de fuerza en porcentaje, apreciamos una disminución media de fuerza de flexión del codo de 7,9% y de extensión del 3,5% respecto al lado sano.

Hemos encontrado una relación positiva significativa entre la fuerza de flexión del codo y de la muñeca (test de Spearman $p=0,01$) y entre la fuerza de extensión del codo y de la muñeca (test de Spearman $p=0,01$). Es decir, a mayor fuerza de flexión o extensión de codo apreciamos una mayor fuerza de flexión o extensión de la muñeca. La relación entre la presencia de artrosis o calcificaciones en el codo y la fuerza del mismo no es significativa.

El único estudio que utiliza un grupo control para normalizar sus datos es el de *Morrey*¹⁰⁵. Este autor mide la diferencia entre lado dominante y no dominante de un grupo de 16 personas sanas y encuentra un aumento de la fuerza del 6% para la flexión y de 5% para la extensión del codo en el lado dominante sobre el no dominante. Aplica esta corrección para normalizar los datos de sus pacientes y concluye su estudio con el resultado de una disminución del 9% en la flexión y del 6% en la extensión del codo afecto respecto al contralateral. Datos estos muy cercanos a los obtenidos en nuestro estudio.

Iftimie,⁷ en su serie utiliza un dinamómetro digital Mecmesin (Mecmesin, West Sussex, United Kingdom). La fuerza media de flexión del codo es de 35,7-38 Newton y 32,3-32,8 Newton para la extensión (realiza dos mediciones para cada paciente). Concluye afirmando que la fuerza se mantiene entre ambos lados en 24 casos (88%), disminuye levemente en 2 casos (de 27) con la fuerza mayor del 80% del lado sano y en 1 caso con una disminución moderada, aunque mayor del 50% del lado sano.

El otro autor que utiliza dinamómetro es *Ikeda*,¹¹¹ en su caso usa el Cybex 340 (Lumex, Ronkonkoma, New York) y concluye su estudio con una disminución para la fuerza de flexión del 20% y 31% para la extensión respecto al lado sano para los pacientes de su serie.

Las otras series que anotan el dato de fuerza de flexión y extensión del codo, lo hacen mediante una evaluación subjetiva llevada a cabo por uno de los autores del estudio. Se realiza una comparativa con el lado contralateral. En el caso de *Karlsson*¹⁰⁸ no aprecian diferencias en sus 19 pacientes. Para *Yalcinkaya*⁸ solo constatan una disminución de la fuerza en 5 de sus 14 pacientes y *Antuña*⁹ señala que en 9 de sus 26 casos la fuerza es igual en ambos lados.

Pensamos que es importante para evitar el sesgo de la dominancia, realizar un grupo control y normalizar los datos obtenidos en los estudios. Así, solo está el estudio de *Morrey* y el nuestro con datos corregidos. La disminución de la fuerza es ligeramente mayor para la flexión que para la extensión, pero ambos son menores del 10% respecto al lado contralateral sano.

iii. PRONACIÓN Y SUPINACIÓN DEL ANTEBRAZO

El movimiento de pronación y supinación se realiza gracias a la doble trocoide que son las articulaciones radiocubital proximal y distal. El eje de este movimiento pasa por el centro de la cabeza del radio en proximal y por el centro de la cabeza del cúbito muy próximo a la apófisis estiloides a nivel

distal (Figura 7). Este es el movimiento puro de la unidad antebrazo y se produce por la rotación del radio sobre el cúbito que permanece inmóvil.

El dato del movimiento de prono-supinación del antebrazo está recogido en todos los estudios que hacen referencia a fractura con resección de la cabeza del radio.

En nuestra serie la pronación media es de 83.8° (mediana 85°) y un rango 50-90°. Para la supinación, la media es de 86.1° (mediana 90°) y el rango 60-90°. Existen diferencias significativas con el lado contralateral sano para los dos movimientos (test de Willcoxon $p < 0,05$). Si expresamos la pérdida de movimiento del lado afecto respecto al sano en porcentajes, nos encontramos con una disminución media del 3,2% para la pronación y 3,5% para la supinación.

El resto de los trabajos en la literatura se mueven en cifras similares que varían desde la media de pronación/supinación de 65°/71° en la serie de *Morrey* a los 84°/85° para la de *Antuña*. En el estudio de *Mikic* el 42% de sus pacientes tienen una movilidad normal de prono-supinación. Disminución de pronación en 28 y de supinación en 32 de los 35 casos restantes.

En series más antiguas como la de *Mason*⁵³, refieren mayor pérdida del movimiento de prono-supinación cuando las fracturas son más complejas (tipo III) y menor cuando son más leves (tipo II). En el caso de *Coleman*,¹¹³ apunta que estas diferencias en su serie son mínimas en cuanto a pérdida de pronación (7° de media) pero sí en el caso de pérdida de supinación. En su caso apunta que pacientes con pérdida de supinación mayor de 30°, presentan dolor, artrosis en el codo, aumento del valgo del codo y disminución de la fuerza de supinación. *Janssen*¹¹², por su parte reporta en su serie de 18 casos una leve correlación entre sobrecrecimiento radial y calcificaciones periarticulares y pérdida de movilidad, especialmente la rotación del antebrazo.

Otros autores, como *Morrey*¹⁰⁵ señalan que pacientes con más de 2 mm de acortamiento del radio, presentan el mismo rango de pronación y solo 7° menos de supinación que aquellos con acortamiento menor de 2 mm. Por lo que, según sus hallazgos, no parece existir correlación entre pérdida de movilidad y la migración proximal del radio.

En nuestra serie, no hemos hallado correlación entre el movimiento de pronosupinación y la presencia de artrosis o calcificaciones a nivel del codo ni tampoco con la presencia de artrosis radiocubital distal o cúbitocarpiana. La relación con el desbalance radiocubital distal tampoco es significativa.

iv. FUERZA DE PRONACIÓN Y SUPINACIÓN DEL ANTEBRAZO.

La medida de la fuerza de pronosupinación solo la hemos visto recogida en 3 estudios. Este dato precisa de un dinamómetro diseñado para medir la fuerza de este movimiento. En el caso de *Morrey* es uno diseñado específicamente para la realización de su estudio y el otro recogido se trata del dinamómetro Cybex (Lumex, Ronkonkoma, New York). En nuestro estudio no hemos valorado esta medida al no disponer de un dinamómetro específico para ella.

Los valores publicados en estas series son un poco dispares. En el trabajo de *Ikeda*¹¹¹ se anota una pérdida de la fuerza de pronación del 34% y de supinación del 48%. La serie de *Morrey*¹⁰⁵ utiliza un grupo control para normalizar los datos y así evitar el sesgo de la dominancia. Con los datos corregidos estima una disminución de la fuerza de pronación del 17% y 18% para la supinación. *Coleman*¹¹³ también normaliza los datos según el método de *Morrey*, pero no aporta datos sobre un grupo control. En su caso la pérdida de fuerza de pronación con los datos corregidos es del 5% y para la supinación del 11%.

Creemos que los datos más fiables son las de estas dos últimas series por haber realizado una normalización previa de los valores obtenidos evitando de esta manera un sesgo por mano dominante o no dominante.

V. FLEXIÓN Y EXTENSIÓN DE MUÑECA

Los datos relativos a la movilidad de la muñeca solo están recogidos en 3 publicaciones de todas las consultadas.

El movimiento de flexo-extensión de la muñeca se realiza en la articulación radiocarpiana y mediocarpiana. Estas articulaciones, a diferencia del codo, no se encuentran en la misma cápsula articular que la radiocubital distal, aunque sus relaciones también son íntimas debido al complejo entramado ligamentoso dorsal y volar de la muñeca. Además, al resear la cabeza del radio, se puede producir un acortamiento del mismo con protrusión de la cabeza cubital sobre el carpo y alteración o artrosis en la articulación radiocubital distal. Todo esto puede limitar el movimiento de flexo-extensión de la muñeca y prono-supinación del antebrazo.

En nuestro trabajo el valor medio de flexión de la muñeca afecta es 60° (mediana 62°) y un rango 45-75°. La extensión media es de 61.5° (mediana 62°) y un rango 40-75°. No existen diferencias significativas entre lado afecto y sano en cuanto a estos movimientos. Al expresar estos valores en porcentaje de pérdida respecto al lado sano, nos encontramos con una disminución media del 2,5% para la flexión y 1,5% para la extensión. No hemos encontrado relaciones significativas entre la presencia de artrosis radiocubital distal o cúbitocarpiana y la movilidad de la muñeca.

Los trabajos de *Karlsson*¹⁰⁸ e *Ikeda*¹¹¹ muestran unas cifras de movilidad similares a las nuestras y *Janssen*¹¹² anota una disminución del movimiento de dorsi-flexión en tres pacientes de su serie de 18, aunque dos de ellos habían tenido una fractura de muñeca previa.

vi. DESVIACIÓN RADIAL Y CUBITAL DE LA MUÑECA.

Esta valoración no la encontramos en ningún trabajo publicado. El movimiento de desviación radial y cubital se realiza en la articulación radiocarpiana. Al igual que ocurre en la flexo-extensión de la muñeca, la protrusión de la cabeza cubital sobre el carpo o la presencia de artrosis radiocubital distal o cúbito-carpiana puede alterar sobre todo el movimiento de desviación cubital, movimiento más importante para la función de la mano que la desviación radial, y por tanto limitar su independencia.

En nuestro trabajo, la media de desviación radial de la muñeca afecta es de 17° (rango $8-22^\circ$) y para la desviación cubital 36.3° (rango $22-50^\circ$). Existen diferencias significativas entre lado afecto y sano para la desviación cubital. El porcentaje medio de pérdida de movimiento respecto del lado sano es del 2,5% para la desviación cubital. En nuestro caso, como dato curioso, hay un aumento medio de la desviación radial del 4,8% en el lado afecto respecto al sano.

No hemos encontrado correlación del movimiento de desviación cubital con el desbalance radiocubital distal ni con la presencia de artrosis radiocubital distal ni cúbitocarpiana.

vii. FUERZA DE FLEXIÓN Y EXTENSIÓN DE MUÑECA.

Este dato no está recogido en ningún trabajo publicado. A nosotros nos parece muy interesante su valoración, puesto que la alteración de la articulación radiocubital distal puede afectar la función y fuerza de la muñeca.

Lo mismo que en el codo, en la fuerza de flexión y extensión de la muñeca puede haber diferencias entre mano dominante y no dominante. Por tanto, los datos deben ser corregidos para eliminar el efecto de la dominancia en la comparación.

Hemos utilizado el mismo grupo control de 25 individuos sanos que utilizamos para valorar la fuerza de flexión y extensión del codo. Al hacer las

comparaciones encontramos diferencias significativas entre mano dominante y no dominante con una diferencia media de 0,71 kg_f para la flexión y 1,21 kg_f para la extensión de la muñeca.

En nuestra serie nos encontramos con una fuerza media de flexión de la muñeca afecta de 13,2 kg_f (mediana 10,9 kg_f) y rango 5-29,9 kg_f. Para la extensión, apreciamos una media de 13,9 kg_f (mediana 11,9 kg_f) y rango 6,3-24 kg_f). Tras corregir los datos, vemos que existen diferencias significativas entre lado afecto y no afecto para ambos movimientos (test de Willcoxon $p < 0,001$ y $p = 0,013$ respectivamente). En cuanto al porcentaje medio de pérdida de fuerza, apreciamos una disminución del 7,4% para la flexión y 4,8% para la extensión.

Ya hemos reseñado la relación significativa entre fuerza de flexión de codo y de muñeca y de extensión de codo y de muñeca, sin embargo, no hay, en nuestro estudio, relación con la fuerza de puño, o con la presencia de artrosis radiocubital distal o cúbitocarpiana. Sin embargo, observamos una relación casi significativa entre la fuerza de flexión de muñeca y el disbalance radiocubital distal (test de Spearman $p = 0,085$) esto se traduce que en nuestro estudio hay un aumento de la fuerza de flexión de la muñeca con mayores disbalances radiocubitales distales.

viii. FUERZA DE PRESA DE PUÑO

La fuerza de presa de puño aumenta con la edad en ambos sexos. Alcanza su máximo entre los 30 y 49 años y desciende posteriormente^{95, 139, 140}. La fuerza de puño en hombres es un 40% mayor que en mujeres.

En mujeres, el valor medio para la presa de puño en la mano derecha es de 29 kg_f y de 27 kg_f en la mano izquierda. En los varones, la media para la mano derecha es de 49 kg_f y 47 kg_f para la izquierda¹⁴⁰. No parece existir diferencia significativa entre trabajadores manuales y no manuales¹³⁹.

En cuanto a la dominancia, en el estudio de *Klum* sobre datos normales en la función de la muñeca¹³⁹, Los varones tienen más fuerza en la mano

izquierda mientras que las mujeres tienen más fuerza en la mano derecha. Este mismo estudio, encuentra una fuerza de puño 10% mayor en la mano dominante para personas zurdas, mientras que otros estudios no detallan esta diferencia ¹⁴¹ y muestran este aumento para personas diestras.

Las mujeres diestras son un 2% más fuertes en la mano dominante, mientras que los varones diestros tienen un 2% más de fuerza de puño en la mano no dominante ¹³⁹. Por todo esto, los autores recomiendan un ajuste del lado para comparaciones intraindividuales ¹⁴⁰.

Además, existe una correlación significativa entre fuerza de puño y peso corporal en los hombres y entre altura y fuerza de puño en ambos sexos ¹³⁹.

En nuestro estudio hemos recogido los datos de un grupo control de 25 individuos sin patología conocida en ambas extremidades superiores. Se han realizado las medidas de la misma forma y con el mismo dinamómetro que a los pacientes del estudio. Hemos encontrado diferencias significativas entre mano dominante y no dominante con una diferencia media de 2,81 Kg. Este es el factor de corrección que hemos aplicado para descartar el sesgo de la dominancia en los datos obtenidos con este aparato.

Los pacientes estudiados presentan una fuerza de puño media de 34,7 kg_f en el lado afecto por 37,9 kg_f en el lado sano. Tras corregir los datos, apreciamos diferencia significativa ($p < 0,001$) entre lado afecto y no afecto. Si expresamos la disminución de la fuerza en el lado afecto, hallamos una pérdida media del 11,3% respecto al lado sano.

No hemos encontrado relaciones significativas entre esta pérdida de fuerza de puño y disbalance radiocubital distal, acortamiento del muñón proximal, fuerza de flexo-extensión de codo o muñeca o la presencia de calcificaciones en el codo, ni artrosis en las articulaciones radiocubital distal o cúbitocarpiana. Pero sí hemos apreciado relación casi significativa con la presencia de artrosis en el codo (T de *Student* $p = 0,051$). Apreciamos en nuestro estudio una disminución de la fuerza de puño en casos de artrosis más graves.

Los únicos estudios que presenta un grupo control para valorar el sesgo de dominancia son los de *Antuña*⁹ y *Morrey*¹⁰⁵. En el trabajo de *Antuña* miden la fuerza de puño en 20 individuos sanos y constatan una ratio no dominante/dominante de 0,87. La fuerza de puño media de su casuística en el lado intervenido es de 39 kg_f frente a los 45 kg_f en el lado sano, con una diferencia significativa. La pérdida media de fuerza de puño es del 16%. Todo ello medido con un dinamómetro Jamar (Sammons Preston, Bolingbrook, Illinois).

*Morrey*¹⁰⁵ realiza un grupo control de 16 individuos y encuentra que la extremidad dominante es un 5% más fuerte que la no dominante para la fuerza de puño, medido con un dinamómetro especialmente diseñado para su estudio. Esta diferencia la utiliza para normalizar los datos. Concluye con una pérdida de fuerza de puño del 18% del lado afecto respecto al sano

*Coleman*¹¹³ utiliza un dinamómetro Jamar (Asimow Engineering, Los Angeles, California) y utiliza el método de corrección descrito por *Morrey* para evitar el sesgo de dominancia (no aporta datos de un grupo control, por lo que suponemos que utiliza el coeficiente hallado por *Morrey* para normalizar sus resultados). Este autor anota una pérdida de fuerza de puño de aproximadamente el 7% para los pacientes de su serie.

Las series de *Yalcinkaya*⁸, *Faldini*¹⁰⁹, *Goldberg*¹¹⁴ y *Mikic*¹¹⁵ no aportan datos sobre la fuerza de puño. En la serie de *Janssen*¹¹² realiza tres mediciones con dinamómetro Jamar, pero solo aporta el dato de 2 casos (de 18 pacientes del estudio) con pérdida de fuerza, pero sin facilitar más detalles.

En el caso de *Iftimie* e *Ikeda*, estos autores realizan la valoración de la fuerza de puño en base a una comparación subjetiva realizada por uno de los autores del estudio. Los cambios en la fuerza del lado afecto se expresan como porcentaje de reducción respecto al lado sano. Para *Iftimie*⁷ en 26 casos (de 27 que tiene su estudio) no aprecian una pérdida subjetiva del

lado afecto respecto al sano y solo 1 caso presenta una pérdida subjetiva del 20% de la fuerza. Para *Ikeda*¹¹¹, la disminución de fuerza media respecto al contralateral sano es del 16,6% (83,4% de fuerza en el lado afecto respecto al sano).

En los estudios de *Karlsson*¹⁰⁸ y *Herbertsson*¹¹⁰ la medición se realiza con un dinamómetro Martin Vigorimeter (Werkstätten für Medizinmechanik; Heinrich C. Ulrich, Ulm-Donau, Germany). Muestran una media de 0,7 kp/cm² en el lado afecto por 0,8 kp/cm² en el lado sano en el caso de *Karlsson* y 0,6 kp/cm² tanto para el lado afecto como para el sano en la serie de *Herbertsson*. Ninguno de estos autores cita porcentajes de pérdida de fuerza y no encuentran diferencias significativas entre ambas manos.

A modo de resumen, podemos decir que la disminución de la fuerza de puño en el lado afecto respecto al lado sano se mueve entre el 7 y 18% según los estudios que aportan estos datos.

VII. DOLOR A NIVEL DEL CODO Y MUÑECA

La *International Association for the Study of Pain* (IASP) define el dolor como una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada o no a una lesión tisular o que se describe con las manifestaciones propias de tal lesión. En esta definición, el dolor no se describe exclusivamente como una sensación fruto de la estimulación de las vías nociceptivas aferentes, sino que implica la existencia de un factor emocional que modela de forma definitiva la percepción consciente final por quien lo sufre.¹⁴²

El estudio científico de cualquier fenómeno implica la necesidad de su medición. La algesimetría moderna se inicia con los estudios de *Beecher*¹⁴³ en los años cincuenta. Desde entonces se han desarrollado numerosos métodos que permiten evaluar el dolor tanto en el ámbito de investigación como en la práctica médica habitual¹⁴².

La mayor parte de los procedimientos desarrollados para evaluar el dolor pueden clasificarse en tres grandes categorías: métodos verbales, evaluaciones conductuales y medidas fisiológicas.

Los métodos verbales son los más utilizados, e incluyen todos los procedimientos de evaluación basados en la información que aporta el individuo. Destaca el uso de las escalas cuantitativas o de intensidad que permiten que el paciente efectúe una valoración global de su dolor. Aunque no contemplan la naturaleza multidimensional del dolor, son de fácil aplicación y poseen niveles de fiabilidad aceptables. Entre estas escalas, las analógico-visuales, EVA o escala de *Huskisson*¹⁴⁴ son las más utilizadas por su fiabilidad, validez y aplicación en diversos ámbitos culturales, así como su práctica independencia del idioma. En ellas, el individuo ha de marcar el punto que corresponde a la intensidad de su dolor en un segmento de 10 cm cuyos extremos están calificados con la máxima y la mínima intensidad del dolor, respectivamente¹⁴². Por todo esto, hemos incluido el estudio del dolor con este tipo de escalas en nuestro estudio.

La observación de conductas del paciente asociadas a la experiencia dolorosa es otro método de evaluación del dolor. Los quejidos, muecas, suspiros o

ciertas posturas o expresiones faciales son algunos ejemplos. La observación se puede llevar a cabo por personas cercanas al paciente o por personal entrenado en ambientes más estructurados como clínicas o laboratorios ^{142, 145}. La tercera estrategia que se emplea en la medición del dolor es la determinación de algunas respuestas fisiológicas que se han asociado a su presencia, como respuestas del sistema nervioso vegetativo, patrones electromiográficos, potenciales evocados o neurografía percutánea entre los más utilizados. Estas medidas no deberían usarse como fuente única de información y además estas respuestas pueden verse influenciadas por factores fisiológicos y patológicos y por esto deben ser interpretadas con precaución ¹⁴⁵.

Al igual que con la escala DASH y el resto de los trabajos en la literatura, no disponemos de un dato relativo al dolor previo a la lesión en el codo. Por tanto, solo podemos evaluar la intensidad del dolor en el momento del estudio realizado años después de la lesión.

Nuestro trabajo muestra una incidencia muy baja del dolor en reposo o con actividad habitual no forzada. En el caso del codo, apreciamos un EVA de 0 en el 88,6% de los pacientes y solo un paciente (2,3%) con EVA 3, que supone un dolor leve-moderado, 3 casos con EVA 2 y otro paciente con EVA 1. Para la muñeca, el 95,2% de los pacientes no tienen ningún dolor (EVA 0) y solo un paciente refiere EVA 1, que se puede definir más como molestia que dolor propiamente dicho.

Otros trabajos de la literatura solo muestran datos relativos al dolor en el codo. *Yalcincaya* ⁸ publica una EVA media de 4,6 con 37,7% de los codos de su serie sin ningún dolor. *Iftimie* ⁷ baja a EVA media 0,48 con 85% sin dolor y el resto dolor leve con actividad pesada. *Antuña* ⁹ constata 81% de sus pacientes sin dolor, el resto de leve a moderado a nivel del codo y 11,5% (3 de 26 pacientes) con dolor a nivel de la muñeca, de leve a moderado. El paciente con dolor moderado en el codo también lo tenía en la muñeca. Para *Karlsson* ¹⁰⁸, 7 de sus 19 pacientes (36,8%) referían dolor a nivel del codo, uno con dolor severo y el

resto dolor ocasional con actividad pesada. *Faldini*¹⁰⁹ presenta 81,8% de sus pacientes con EVA 0 y 4 pacientes con EVA 1 o dolor ocasional.

En el caso de la serie de *Herbertsson*¹¹⁰ es más complejo el análisis, al mezclar casos agudos y crónicos, luxaciones del codo y pacientes con dolor previo a la intervención, aun así, el 45,9% de sus pacientes no tenían ningún dolor en el codo. *Ikeda*¹¹¹ publica 33% de sus pacientes libres de dolor en codos y muñecas. 6 de 15 pacientes (40%) con dolor en el codo y 20% de dolor en la muñeca.

La serie de *Janssen*¹¹² presenta codos dolorosos en 22,2% y en 11,1% de las muñecas de carácter leve-moderado (77,8 y 88,9% libres de dolor respectivamente). *Coleman*¹¹³ refiere dolor en el codo en 41% de sus pacientes, todo ellos de leve a moderado. Ningún caso de dolor severo.

La serie de *Goldberg*¹¹⁴ relata ausencia de dolor en el codo en 75% de sus pacientes. Esta tasa baja a 56,7% para *Mikic*¹¹⁵, aunque la mayoría de sus pacientes con dolor, éste es leve a moderado. Solo presenta 6 casos (10%) de dolor severo.

Para la mayoría de las series, la ausencia de dolor se mueve entre el 70 y 85% de los pacientes, sobre todo en las series grandes. Las de *Mikic* y *Yalcinkaya* son las que presentan una ausencia de dolor menor. Esto puede deberse a que no todos los autores utilizan la escala EVA como medida del dolor, sino otras medidas subjetivas, y esto puede inducir a resultados menos homogéneos. Además, en los casos de series cortas de pacientes, los datos pueden tener menor poder estadístico que las series más largas. La serie de *Mikic* a pesar de presentar 60 casos, el seguimiento es mucho menor que las demás (entre 1 y 12 años). Esto creemos que también puede alterar algunos resultados.

De todas formas, la presencia de dolor, tanto en el codo como en la muñeca, en estos pacientes es menor y la mayoría se encuentran libres de él. Cuando está presente, habitualmente suele ser leve o moderado. De forma muy ocasional se constatan dolores severos.

VIII. CUESTIONARIOS. ESCALA DASH

El uso de cuestionarios en los trabajos que valoran los resultados de un tratamiento es una práctica muy habitual. En general, la medida de los resultados debería estar adaptada al idioma y cultura de los pacientes a estudiar. Además de ser adecuado para el paciente, fácil de rellenar, seguro, en el sentido de dar los mismos resultados para patologías similares, válido, si mide lo que realmente queremos medir, y sensible a los cambios ¹⁴⁶.

Dentro de la extremidad superior, nos encontramos con multitud de cuestionarios para valorar el grado de discapacidad en la población general divididos por región anatómica. De los más importantes podemos reseñar a nivel del hombro: ASES (*American Shoulder and Elbow Surgeons*) *Shoulder Outcome Score* ¹⁴⁷, el *Constant Shoulder Score*¹⁴⁸, *Shoulder Activity Level* ¹⁴⁹, *Single Assessment Numeric Evaluation (SANE)* ¹⁵⁰ y *UCLA Shoulder Score* ¹⁵¹. A nivel del codo, los cuestionarios generales más utilizados son: el ASES *Elbow Outcome Score* ¹⁵², *Broberg and Morrey Scale* ⁵⁸, *Mayo Clinic Performance Index for the Elbow (MEPS)* ¹⁵³, *HSS Assessment Scale* ¹⁵⁴ y *Liverpool Elbow Score* ¹⁵⁵. Para valorar la muñeca y mano, los más usados son: el *Boston Carpal Tunnel Questionnaire* ¹⁵⁶, el *Jebsen-Taylor Hand Function Test (JHFT)* ¹⁵⁷, *Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ)* ¹⁵⁸ y el *Patient-Rated Wrist Evaluation (PRWE)* ¹⁵⁹.

Aunque los cuestionarios específicos para una región anatómica selectiva pueden ser muy sensibles en la detección de cambios, muchas veces, su desarrollo y administración no son prácticos ¹⁶⁰. Por otra parte, los cuestionarios genéricos facilitan al investigador la posibilidad de comparar resultados entre diferentes afecciones, con la desventaja de no ser tan sensibles como los específicos.

El cuestionario DASH se considera un instrumento de medida genérico, ya que se utiliza para afecciones y localizaciones diversas en la extremidad superior ¹⁶¹,

mostrando un elevado grado de sensibilidad a los cambios en la evolución clínica.

La mayoría de series de casos publicados utilizan dos cuestionarios, uno general, que habitualmente es el DASH y otro específico del codo, siendo el MEPS (*Mayo Clinic Performance Index for the Elbow*)¹⁵³ el que figura en más artículos. Este cuestionario valora parámetros como dolor, movilidad, estabilidad y actividades de la vida diaria. El resultado se clasifica según la puntuación obtenida como excelente (90-100 puntos), buena (75 a 89 puntos), regular (60 a 74 puntos) o pobre (< 60 puntos). Se consideran resultados satisfactorios cuando se obtienen puntuaciones excelentes o buenas. Este test proporciona una calificación en base a la puntuación obtenida que resulta útil a la hora de comparar los resultados obtenidos entre las series.

Otros autores como *Herbertsson*¹¹⁰ que utiliza para valorar los resultados la escala de *Steinberg*¹⁶² que distingue entre bueno, regular y malo (originalmente descrita para su uso en niños) o *Ikeda*¹¹¹ que usa el "Elbow Evaluation Score" desarrollado por la Asociación Ortopédica Japonesa con una puntuación sobre 100 puntos totales. *Janssen*¹¹² se basa, para valorar los resultados, en los criterios de *Morrey* modificados: una puntuación sobre 100 puntos posibles en base a cuatro parámetros: rango de movimiento, fuerza, estabilidad y dolor²³. *Golberg*¹¹⁴ utiliza como valoración los resultados subjetivos de los pacientes como la posibilidad o no de volver a la actividad normal. Finalmente, *Mikic*¹¹⁵ utiliza un sistema propio de valoración en cuatro grados: excelente, bueno, regular y pobre o malo, basándose en criterios como dolor, alineación del codo, movilidad, osificaciones periarticulares y subluxación de la articulación radiocubital distal.

En el estudio previo al desarrollo de este trabajo, se valoró la posibilidad de incluir varios cuestionarios para valorar la función a nivel del codo y muñeca. Esta opción nos obligaría a utilizar tres cuestionarios, uno general, tipo DASH, otro para el codo y otro para valorar la muñeca, puesto que también forma

parte del estudio. Pensamos que la inclusión de tanto cuestionario, con muchas preguntas para responder, a veces repetidas o similares, y más tiempo para contestar (unos 15 minutos por cuestionario aproximadamente) pueden llevar al paciente al rechazo o mala cumplimentación de los cuestionarios con lo que la calidad y potencia de los mismos puede ser menor. Nuestra decisión fue utilizar solo un cuestionario que pudiese dar la mayor información sobre la discapacidad de toda la extremidad superior afectada.

Por todo esto optamos por utilizar solamente el cuestionario general DASH, que está adaptado y validado al español y a la población española^{93, 94} y es, probablemente, el más utilizado en la cirugía de la extremidad superior¹⁴⁶.

Uno de los inconvenientes que surgen al utilizar el DASH es su limitación al analizar la dominancia de la mano afecta, como, por ejemplo, la capacidad para escribir. Otra dificultad que se puede encontrar al paciente al cumplimentar el cuestionario DASH, es la inclusión de preguntas sobre actividades que, o bien no realiza, o que aun efectuando no guardan un vínculo aparente con su patología. Asumida esta posibilidad, queda un factor de corrección, dado que se pueden quedar sin responder un máximo de 3 preguntas (no puede superar el 10% las preguntas sin responder)¹⁰⁴.

En nuestro estudio, al igual que en el resto de las series de casos publicadas (estudios retrospectivos), solo disponemos de una puntuación DASH que nos da medida de la discapacidad de cada paciente en el momento del estudio. Por tratarse de fracturas tras caídas, probablemente el grado de discapacidad de estos pacientes, sin otras causas acompañantes, fuera baja, pero es un dato del que no podemos disponer y por tanto no se refleja.

i. RESULTADOS CON LA ESCALA DASH.

Los resultados en nuestro trabajo con la escala DASH arrojan una puntuación media de 6,9 puntos con un mínimo de 0 y un máximo de 30,8 puntos, aunque la mediana se sitúa en 2,5 puntos. Viendo los datos en mayor detalle, apreciamos que 30 pacientes (68.2%) presentan una

puntuación de 5 o menor de 5 y algo más de un cuarto de los pacientes (27.3%) presentan una puntuación de 0, es decir ninguna discapacidad tras la fractura y posterior resección de la cabeza radial. Estos datos, además, coinciden con la elevada satisfacción de los pacientes de la serie con un 95,4% de casos satisfechos y muy satisfechos.

En nuestro estudio, no se ha podido determinar la relación de la escala DASH con la edad en el momento de la fractura, la edad actual ni el tiempo de evolución. Tampoco hemos encontrado correlación con la fuerza de presa de puño, o variación en el ángulo de carga, esto último presente en el estudio de *Yalcinkaya*⁸.

La relación entre los datos del cuestionario DASH y los cambios degenerativos en codo y articulación radiocubital distal es negativa, al igual que otras publicaciones⁷⁻⁹. En cambio, hemos encontrado correlación significativa con la presencia de artrosis cúbitocarpiana (test de Mann-Whitney $p=0,046$) aunque esto refleja que la media de DASH es inferior cuando hay artrosis a ese nivel que cuando no la hay y no tenemos explicación para este hallazgo. Estos datos confirman el hecho de la escasa repercusión de la artrosis en codo y radiocubital distal sobre la discapacidad de la extremidad superior.

La escala DASH no ha sido muy utilizada en otros estudios publicados a pesar de su valoración general de la extremidad superior. Nuestros datos están en concordancia con los autores que la han utilizado como método de valoración, sola o junto con otros cuestionarios. *Yalcinkaya*⁸ publica una media del DASH adaptado al turco de 6,6 puntos (rango 0-15). *Iftimie*⁷ presenta una media de 4,89 puntos, con un rango entre 0 y 30,5 y para *Antuña*⁹ la media de puntuación del DASH se encuentra en 6 con un rango entre 0 y 38 puntos. Estas puntuaciones confirman la poca discapacidad que produce esta lesión en los pacientes estudiados.

En el caso del cuestionario MEPS, a pesar de ser específico para la valoración del codo, muestra en las series que lo han utilizado, unos resultados buenos y excelentes que se mueven entre el 100% de *Yalcinkaya*⁸, *Faldini*¹⁰⁹ y *Karlsson*¹⁰⁸ y el 92,3 de la serie de *Antuña*⁹. Esto da una idea de los buenos resultados de esta lesión a largo plazo.

Otros cuestionarios arrojan resultados igualmente satisfactorios. La escala de *Steinberg* en el estudio de *Herbertsson*¹¹⁰ muestra un 83,4% de resultados buenos y regulares. El "Elbow Evaluation Score" japonés de *Ikeda*¹¹¹ presenta una media de 76 puntos sobre 100 posibles, con un rango de 60 a 87. En el caso de los criterios de *Morrey* modificados del estudio de *Jansen*¹¹², el 94,5% son excelentes y buenos. Para *Golberg*¹¹⁴ y su escala subjetiva, el 92% de los pacientes de su serie realizan una actividad normal. El autor que presenta unos resultados algo peores es *Mikic*¹¹⁵ con su sistema de valoración propio en 4 grados, que muestra un 50% de excelentes y buenos resultados (y 50% de resultados regulares y malos).

En general, los resultados a largo plazo tras resección de la cabeza del radio, son satisfactorios en la mayoría de los trabajos publicados, independientemente de las escalas o cuestionarios utilizados.

IX. COMPLICACIONES DE LAS PRÓTESIS DE CABEZA DE RADIO

Las prótesis de cabeza radial se han utilizado para estabilizar la articulación después de una fractura compleja de la cabeza del radio con imposibilidad de fijación interna o en casos de secuelas por lesiones crónicas. Después de la mala experiencia con implantes de silicona, por su rotura, subluxación o sinovitis de células gigantes^{163, 164}, las prótesis metálicas, sobre todo las modulares, se han estado utilizando en los últimos años y más recientemente están ganando popularidad los implantes de carbón pirolítico¹⁶⁵.

Estudios biomecánicos muestran que las prótesis metálicas de cabeza radial pueden mejorar la estabilidad pero no podrían restaurar de forma completa la estabilidad en valgo del ligamento colateral medial ¹⁶⁶. Otros estudios afirman que, el reemplazo protésico, mejora la estabilidad longitudinal del antebrazo y disminuye la migración proximal del radio, pero no restaura la estabilidad normal en lesiones de Essex-Lopresti inducidas de forma experimental¹⁶⁷.

La variedad existente hoy en día de modelos y componentes protésicos hacen difícil su análisis adecuado. En un estudio de revisión de casos de prótesis de cabeza radial publicados entre los años 1993 y 2015 ¹⁶⁵ con un total de 795 prótesis en treinta y cuatro series, concluye que en 91% de los casos agudos y 73% de los casos crónicos (implantación tardía) publicaban resultados satisfactorios en un seguimiento de tres a cuatro años. No se encontraron diferencias apreciables entre prótesis monobloque, modulares o bipolares con un resultado satisfactorio global en el 80% de los casos.

Entre las complicaciones más frecuentes de las prótesis podemos destacar:

3. Aflojamiento del implante.

Las líneas de radiolucencia alrededor del vástago protésico son muy frecuentes, aunque no siempre son sintomáticas y son más frecuentes en vástagos no cementados. Se cree que puede estar en relación con refuerzo por estrés (*stress-shielding*), tamaño inadecuado del implante o cementación insuficiente. Varían entre 45% ¹⁴ a 68%¹³ y 72,5% ¹⁶⁸ en vástagos cementados.

4. Hiperpresión o sobrepresión

Después de colocar una prótesis con frecuencia el rango de movilidad del codo disminuye, sobre todo la extensión y a veces la rotación. Se cree que puede estar en relación a la inmovilización prolongada o a la mala posición de la prótesis o por hiperpresión de la cabeza protésica¹³.

5. Erosión del capitellum

Habitualmente en relación con mal alineamiento de la prótesis y/o hiperpresión de la cabeza protésica sobre el *capitellum* humeral. Se aprecia hasta el 78% en la serie de Moro¹³. La sobrepresión de la prótesis por selección inadecuada del tamaño de la misma puede producir dolor, que en algunos casos precisa de la retirada de la prótesis¹⁴. (Figura 52)

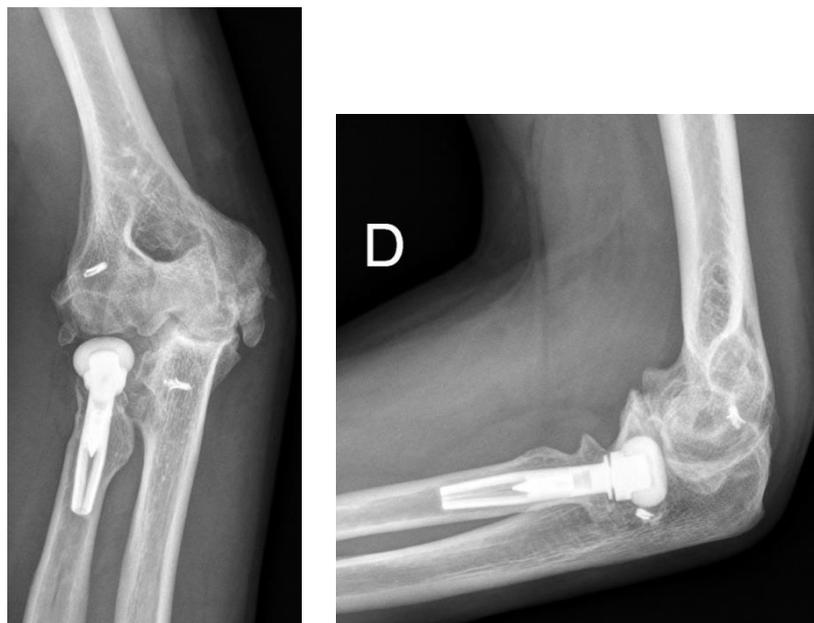


Figura 52. Erosión de *capitellum* humeral secundario a prótesis modular metálica. Elaboración propia.

6. Inestabilidad del codo

La inestabilidad con frecuencia está en relación a lesiones asociadas a la fractura de la cabeza radial, como una tríada terrible, fractura de Monteggia o lesión de Essex-Lopresti¹⁶⁹. En estos casos, la mayoría de las veces existe una fractura de la apófisis coronoides o una incompetencia del complejo ligamentario lateral y la prótesis por sí misma no es capaz de estabilizar el codo si no se reparan estas estructuras.

7. Lesiones neurológicas

Con frecuencia afectan al nervio radial, nervio interóseo posterior y nervio cubital. Puede estar en relación con traumatismo inicial o con el abordaje quirúrgico¹². Para disminuir el trauma quirúrgico se recomienda una disección cuidadosa y evitar retractores o separadores agresivos.

8. Desmontaje de la prótesis

Esto se ha publicado en casos de prótesis bipolares y se cree relacionada con la inestabilidad postero-lateral persistente que produce un cizallamiento con el *capitellum* y puede desmontar la cúpula protésica¹⁷⁰.

9. Artrosis

La presencia de artrosis a menudo se relaciona con el traumatismo inicial con lesión del cartílago y por el aumento de presión secundaria a la prótesis. Este hallazgo es frecuente y varía desde 38%¹⁴ al 100% de los casos de la serie de *van Riet*¹⁷⁰. La retirada de la prótesis en estos casos puede ser útil si la articulación húmero-cubital se encuentra intacta y no existe inestabilidad del codo. En caso de artrosis global se puede valorar la colocación de una prótesis total de codo¹⁷⁰.

De cualquier forma, en el primer estudio a largo plazo de una prótesis metálica monobloque publicado, los autores aconsejan el uso de prótesis metálica si el codo se muestra inestable después de la resección de la cabeza radial. Este estudio concluye afirmando que la resección de la cabeza del radio es todavía una opción válida de tratamiento en caso de codos estables⁷⁴.

8. CONCLUSIONES

1. Los pacientes intervenidos mediante resección de la cabeza del radio por fractura aislada presentan muy pocas limitaciones, con una pérdida media de movilidad menor del 5% y de fuerza menor del 15% en codo y muñeca.
2. La presencia de cambios degenerativos en codos y muñecas es alta pero la función en el codo y muñeca no se ve afectada por la presencia de artrosis a esos niveles.
3. El cuestionario DASH muestra valores bajos con casi un tercio de los pacientes que no tienen ninguna discapacidad.
4. El dolor basal a nivel del codo es muy bajo (EVA 0 88% de pacientes sin dolor) y aún menor en la muñeca con 95% de casos con EVA 0.
5. La exploración del codo muestra un 9% de laxitud en valgo y 4,5% de inestabilidad postero-lateral. La presencia de inestabilidad en la muñeca se aprecia en 23%, aunque solo hay 1 paciente con inestabilidad grave.
6. La varianza cubital total media es de 2,68 mm aunque el 65,9%(dos tercios) de los pacientes tienen desbalances menores de 3,2 mm. Hemos encontrado una relación casi significativa con el acortamiento del muñón proximal del radio y con la presencia de artrosis radiocubital distal.
7. El aumento medio del ángulo de carga es de 7. 7º, y aumenta con artrosis más severa en el codo, pero no se relaciona con aparición de síntomas del nervio cubital.
8. La exploración ecográfica de la membrana interósea, presente en todos los casos del estudio, no ha mostrado disminución significativa en su grosor al compararla con el lado sano. Tampoco se han encontrado relaciones significativas con la varianza cubital ni con la resección proximal del radio.

9. La gran mayoría de nuestros pacientes (86,4%) hacen un uso exigente de sus antebrazos (trabajo manual + aficiones manuales) y el 95,4% se muestran satisfechos y muy satisfechos.

10. La variabilidad de la cabeza radial natural, sigue siendo difícil de reproducir, incluso con los implantes protésicos de última generación y componentes modulares.

11. Las prótesis de cabeza radial presentan un índice de complicaciones destacable además de un sobrecosto económico y su uso parece más indicado, según la mayoría de las publicaciones, en casos de presencia de inestabilidad del codo.

12. Recalcar la importancia del diagnóstico correcto con test de inestabilidad preoperatorios e intraoperatorios (*pull test*) y ayuda de la ECO estática y dinámica para valorar MIO y la articulación radiocubital distal antes de decidir tratamiento definitivo.

13. En base a los resultados obtenidos en este estudio, podemos afirmar que la resección de la cabeza radial en los casos de fractura aislada no reconstructible es una opción válida de tratamiento en casos de codos estables, incluso en pacientes jóvenes.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Duckworth AD, Clement ND, Jenkins PJ, Aitken SA, Court-Brown CM, McQueen MM. The epidemiology of radial head and neck fractures. *J Hand Surg Am* 2012; 1: 112-119.
2. Ruchelsman DE, Christoforou D, Jupiter JB. Fractures of the radial head and neck. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 5: 469-478.
3. Duckworth AD, McQueen MM, Ring D. Fractures of the radial head. *Bone Joint J* 2013; 2: 151-159.
4. King GJ. Fractures of the head of the Radius. In Wolfe S (ed), *Green's Operative Hand Surgery*, 6th edition edn, Vol. 1. Churchill Livingstone Elsevier, 2011.
5. Zwingmann J, Welzel M, Dovi-Akue D, Schmal H, Sudkamp NP, Strohm PC. Clinical results after different operative treatment methods of radial head and neck fractures: a systematic review and meta-analysis of clinical outcome. *Injury* 2013; 11: 1540-1550.
6. Faldini C, Nanni M, Leonetti D, Capra P, Bonomo M, Persiani V et al. Early Radial Head Excision for Displaced and Comminuted Radial Head Fractures: Considerations and Concerns at Long-Term Follow-Up. *J Orthop Trauma* 2011.
7. Iftimie PP, Calmet Garcia J, de Loyola Garcia Forcada I, Gonzalez Pedrouzo JE, Gine Goma J. Resection arthroplasty for radial head fractures: Long-term follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 1: 45-50.
8. Yalcinkaya M, Bagatur AE, Erdogan S, Zorer G. Resection arthroplasty for Mason type III radial head fractures yield good clinical but poor radiological results in the long term. *Orthopedics* 2013; 11: e1358-1364.
9. Antuna SA, Sanchez-Marquez JM, Barco R. Long-term results of radial head resection following isolated radial head fractures in patients younger than forty years old. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 3: 558-566.
10. McDougall A, White J. Subluxation of the inferior radio-ulnar joint complicating fracture of the radial head. *J Bone Joint Surg Br* 1957; 2: 278-287.
11. Taylor TK, O'Connor BT. THE EFFECT UPON THE INFERIOR RADIO-ULNAR JOINT OF EXCISION OF THE HEAD OF THE RADIUS IN ADULTS. *J Bone Joint Surg Br* 1964: 83-88.
12. Grewal R, MacDermid JC, Faber KJ, Drosdowech DS, King GJ. Comminuted radial head fractures treated with a modular metallic radial head arthroplasty. Study of outcomes. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 10: 2192-2200.
13. Moro JK, Werier J, MacDermid JC, Patterson SD, King GJ. Arthroplasty with a metal radial head for unreconstructible fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 8: 1201-1211.

14. Marsh JP, Grewal R, Faber KJ, Drosdowech DS, Athwal GS, King GJ. Radial Head Fractures Treated with Modular Metallic Radial Head Replacement: Outcomes at a Mean Follow-up of Eight Years. *J Bone Joint Surg Am* 2016; 7: 527-535.
15. Fowler JR, Goitz RJ. Radial head fractures: indications and outcomes for radial head arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 2013; 3: 425-431, x.
16. Soubeyrand M, Wassermann V, Hirsch C, Oberlin C, Gagey O, Dumontier C. The middle radioulnar joint and triarticular forearm complex. *J Hand Surg Eur Vol* 2011; 6: 447-454.
17. Aparicio Belver L. Esqueletología de la muñeca, antebrazo y codo. In Smith Agreda V (ed), *Manual de embriología y anatomía general*. Universitat de Valencia, 1991.
18. Frick H. *Manual de Anatomía Humana, Vol. 1*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1981.
19. Loeffler BJ, Green JB, Zelouf DS. Forearm instability. *J Hand Surg Am* 2014; 1: 156-167.
20. Llusà M. *Manual y Atlas Fotográfico de Anatomía del Aparato Locomotor*. Editorial Médica Panamericana, 2004.
21. Golanó P. Biomecánica del codo. In Viladot A (ed), *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Barcelona: Springer Verlag Ibérica, 2000.
22. Amis AA. Biomechanics of the Elbow. In Trail DSI (ed), *Operative Elbow Surgery*. Churchill-Livingstone, 2012.
23. Kai-Nan An MEZaBFM. Biomechanics of the Elbow. In Morrey B (ed), *The Elbow and Its Disorders, 4 Edition edn.*: Saunders, 2012.
24. Aparicio Belver L. Biomecánica de la articulación de la muñeca y del codo. In Smith Agreda V (ed), *Manual de Embriología y Anatomía General*. Universitat de Valencia, 1991.
25. LaStayo PC, Lee MJ. The forearm complex: anatomy, biomechanics and clinical considerations. *J Hand Ther* 2006; 2: 137-144.
26. Soubeyrand M, Lafont C, De Georges R, Dumontier C. [Traumatic pathology of antibrachial interosseous membrane of forearm]. *Chir Main* 2007; 6: 255-277.
27. Marcotte AL, Osterman AL. Longitudinal radioulnar dissociation: identification and treatment of acute and chronic injuries. *Hand Clin* 2007; 2: 195-208, vi.
28. McGinley JC, Roach N, Gaughan JP, Kozin SH. Forearm interosseous membrane imaging and anatomy. *Skeletal Radiol* 2004; 10: 561-568.

29. Noda K, Goto A, Murase T, Sugamoto K, Yoshikawa H, Moritomo H. Interosseous membrane of the forearm: an anatomical study of ligament attachment locations. *J Hand Surg Am* 2009; 3: 415-422.
30. Green JB, Zelouf DS. Forearm instability. *J Hand Surg Am* 2009; 5: 953-961.
31. Adams JE. Forearm Instability: Anatomy, Biomechanics, and Treatment Options. *The Journal of hand surgery* 2017; 1: 47-52.
32. Sarris IK, Kyrkos MJ, Galanis NN, Papavasiliou KA, Sayegh FE, Kapetanos GA. Radial head replacement with the MoPyC pyrocarbon prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2012; 9: 1222-1228.
33. McGinley JC, Kozin SH. Interosseous membrane anatomy and functional mechanics. *Clin Orthop Relat Res* 2001; 383: 108-122.
34. McGinley JC, D'Addessi L, Sadeghipour K, Kozin SH. Mechanics of the antebrachial interosseous membrane: response to shearing forces. *J Hand Surg Am* 2001; 4: 733-741.
35. Skahen JR, 3rd, Palmer AK, Werner FW, Fortino MD. The interosseous membrane of the forearm: anatomy and function. *J Hand Surg Am* 1997; 6: 981-985.
36. Pfaeffle HJ, Fischer KJ, Manson TT, Tomaino MM, Woo SL, Herndon JH. Role of the forearm interosseous ligament: is it more than just longitudinal load transfer? *J Hand Surg Am* 2000; 4: 683-688.
37. Hotchkiss RN, An KN, Sowa DT, Basta S, Weiland AJ. An anatomic and mechanical study of the interosseous membrane of the forearm: pathomechanics of proximal migration of the radius. *J Hand Surg Am* 1989; 2 Pt 1: 256-261.
38. Birkbeck DP, Failla JM, Hoshaw SJ, Fyhrie DP, Schaffler M. The interosseous membrane affects load distribution in the forearm. *J Hand Surg Am* 1997; 6: 975-980.
39. Garcia-Elias M. Biomecánica de la muñeca. In Viladot A (ed), *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Barcelona: Springer Verlag Ibérica, 2000.
40. Delprat J. *Muñeca y mano: examen articular*. EMC (Elsevier SAS, Paris) 2005; 26-008: D-10.
41. Huang JI, Hanel DP. Anatomy and biomechanics of the distal radioulnar joint. *Hand Clin* 2012; 2: 157-163.
42. Adams BD. Distal Radioulnar Joint Instability. In Wolfe S (ed), *Green's Operative Hand Surgery*, 6 edition edn.: Churchill- Livingstone Elsevier, 2011.

43. Tolat AR, Stanley JK, Trail IA. A cadaveric study of the anatomy and stability of the distal radioulnar joint in the coronal and transverse planes. *J Hand Surg Br* 1996; 5: 587-594.
44. Palmer AK, Werner FW. The triangular fibrocartilage complex of the wrist--anatomy and function. *J Hand Surg Am* 1981; 2: 153-162.
45. Kleinman WB. Stability of the distal radioulna joint: biomechanics, pathophysiology, physical diagnosis, and restoration of function what we have learned in 25 years. *J Hand Surg Am* 2007; 7: 1086-1106.
46. Watanabe H, Berger RA, Berglund LJ, Zobitz ME, An KN. Contribution of the interosseous membrane to distal radioulnar joint constraint. *J Hand Surg Am* 2005; 6: 1164-1171.
47. Kapandji A. [The radio-ulnar unit. Its functional importance in fractures of both bones of the forearm]. *Chir Main* 1998; 4: 348-361.
48. Itamura J, Roidis N, Mirzayan R, Vaishnav S, Learch T, Shean C. Radial head fractures: MRI evaluation of associated injuries. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 4: 421-424.
49. Leung YF, Ip SP, Wong A, Wong KN, Wai YL. Isolated dislocation of the radial head, with simultaneous dislocation of proximal and distal radio-ulnar joints without fracture in an adult patient: case report and review of the literature. *Injury* 2002; 3: 271-273.
50. Leung YF, Ip SP, Ip WY, Kam WL, Wai YL. The crisscross injury mechanism in forearm injuries. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005; 5: 298-303.
51. Potter M, Wang A. Simultaneous dislocation of the radiocapitellar and distal radioulnar joints without fracture: case report. *J Hand Surg Am* 2012; 12: 2502-2505.
52. Essex-Lopresti P. Fractures of the radial head with distal radio-ulnar dislocation; report of two cases. *J Bone Joint Surg Br* 1951; 2: 244-247.
53. Mason ML. Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg* 1954; 172: 123-132.
54. Davidson PA, Moseley JB, Jr., Tullos HS. Radial head fracture. A potentially complex injury. *Clin Orthop Relat Res* 1993; 297: 224-230.
55. Tejwani NC, Mehta H. Fractures of the radial head and neck: current concepts in management. *J Am Acad Orthop Surg* 2007; 7: 380-387.
56. Kaas L, van Riet RP, Vroemen JP, Eygendaal D. The epidemiology of radial head fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 4: 520-523.
57. Van Riet R. Radial Head Fracture. In Morrey B (ed), *The Elbow and its Disorders*, 4th edition edn.: Saunders, 2012.

58. Broberg MA, Morrey BF. Results of delayed excision of the radial head after fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 5: 669-674.
59. Hotchkiss RN. Displaced Fractures of the Radial Head: Internal Fixation or Excision? *J Am Acad Orthop Surg* 1997; 1: 1-10.
60. Jackson JD, Steinmann SP. Radial head fractures. *Hand Clin* 2007; 2: 185-193, vi.
61. Hoppenfeld S. Codo. In Hoppenfeld S (ed), *Abordajes en Cirugía Ortopédica*, tercera edn. Madrid: Marban SL, 2005.
62. Crenshaw H. Fracturas de la cintura escapular, brazo y antebrazo. In Crenshaw H (ed), *Campbell Cirugía Ortopédica* octava edición edn.: Editorial Médica Panamericana, 1994.
63. Smith AM, Urbanosky LR, Castle JA, Rushing JT, Ruch DS. Radius pull test: predictor of longitudinal forearm instability. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 11: 1970-1976.
64. Speed K. Ferrule caps for the head of the radius. *Surg Gynecol Obstet* 1941; 845-850.
65. Carr CR, Howard JW. Metallic cap replacement of radial head following fracture. *Western journal of surgery, obstetrics, and gynecology* 1951; 10: 539-546.
66. Cherry JC. Use of acrylic prosthesis in the treatment of fracture of the head of the radius. *J Bone Joint Surg Br* 1953; 1: 70-71.
67. Swanson A. Flexible implant resection arthroplasty of the elbow. In Medica E (ed), *Orthopedic surgery and traumatology*. Amsterdam, 1969, pp 894-895.
68. Mackay I, Fitzgerald B, Miller JH. Silastic replacement of the head of the radius in trauma. *J Bone Joint Surg Br* 1979; 4: 494-497.
69. Pribyl CR, Kester MA, Cook SD, Edmunds JO, Brunet ME. The effect of the radial head and prosthetic radial head replacement on resisting valgus stress at the elbow. *Orthopedics* 1986; 5: 723-726.
70. Morrey BF, Askew L, Chao EY. Silastic prosthetic replacement for the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 3: 454-458.
71. Knight DJ, Rymaszewski LA, Amis AA, Miller JH. Primary replacement of the fractured radial head with a metal prosthesis. *J Bone Joint Surg Br* 1993; 4: 572-576.
72. Judet T, Massin P, Bayeh PJ. [Radial head prosthesis with floating cup in recent and old injuries of the elbow: preliminary results]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1994; 2: 123-130.

73. Szabo RM, Hotchkiss RN, Slater RR, Jr. The use of frozen-allograft radial head replacement for treatment of established symptomatic proximal translation of the radius: preliminary experience in five cases. *J Hand Surg Am* 1997; 2: 269-278.
74. Harrington IJ, Sekyi-Otu A, Barrington TW, Evans DC, Tuli V. The functional outcome with metallic radial head implants in the treatment of unstable elbow fractures: a long-term review. *J Trauma* 2001; 1: 46-52.
75. King GJ, Zarzour ZD, Patterson SD, Johnson JA. An anthropometric study of the radial head: implications in the design of a prosthesis. *The Journal of arthroplasty* 2001; 1: 112-116.
76. Chen X, Wang SC, Cao LH, Yang GQ, Li M, Su JC. Comparison between radial head replacement and open reduction and internal fixation in clinical treatment of unstable, multi-fragmented radial head fractures. *Int Orthop* 2011; 7: 1071-1076.
77. Zwingmann J, Bode G, Hammer T, Sudkamp NP, Strohm PC. Radial head prosthesis after radial head and neck fractures - current literature and quality of evidence. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2015; 3: 177-185.
78. Matsuoka J, Beppu M, Nakajima H, Aoki H. Ultrasonography for the interosseous membrane of the forearm. *Hand Surg* 2003; 2: 227-235.
79. Fester EW, Murray PM, Sanders TG, Ingari JV, Leyendecker J, Leis HL. The efficacy of magnetic resonance imaging and ultrasound in detecting disruptions of the forearm interosseous membrane: a cadaver study. *J Hand Surg Am* 2002; 3: 418-424.
80. Wallace AL, Walsh WR, van Rooijen M, Hughes JS, Sonnabend DH. THE INTEROSSEOUS MEMBRANE IN RADIO-ULNAR DISSOCIATION. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume* 1997; 3: 422-427.
81. Failla JM, Jacobson J, van Holsbeeck M. Ultrasound diagnosis and surgical pathology of the torn interosseous membrane in forearm fractures/dislocations. *J Hand Surg Am* 1999; 2: 257-266.
82. Soubeyrand M, Lafont C, Oberlin C, France W, Maulat I, Degeorges R. The "muscular hernia sign": an original ultrasonographic sign to detect lesions of the forearm's interosseous membrane. *Surg Radiol Anat* 2006; 4: 372-378.
83. Ooms G, Bakker A, Molendijk L, Wullems GJ, Gordon MP, Nester EW et al. T-DNA organization in homogeneous and heterogeneous octopine-type crown gall tissues of *Nicotiana tabacum*. *Cell* 1982; 2: 589-597.
84. Schwartzmann L. Calidad de vida relacionada con la salud: aspectos conceptuales. *Ciencia y Enfermería* 2003; 2: 9-21.
85. Patrick DL, Bergner M. Measurement of health status in the 1990s. *Annual review of public health* 1990: 165-183.

86. Guyatt GH, Feeny DH, Patrick DL. Measuring health-related quality of life. *Ann Intern Med* 1993; 8: 622-629.
87. Bergner M, Bobbitt RA, Kressel S, Pollard WE, Gilson BS, Morris JR. The sickness impact profile: conceptual formulation and methodology for the development of a health status measure. *Int J Health Serv* 1976; 3: 393-415.
88. Hunt SM, McKenna SP, McEwen J, Williams J, Papp E. The Nottingham Health Profile: subjective health status and medical consultations. *Soc Sci Med A* 1981; 3 Pt 1: 221-229.
89. Ware JE, Jr., Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992; 6: 473-483.
90. Patrick DL. Health-related quality of life in pharmaceutical evaluation: forging progress and avoiding pitfalls. *PharmacoEconomics* 1992; 2: 76-78.
91. Esteve JB, E Reig, A Alonso, J. Adaptación transcultural de un cuestionario de salud. *Rev Esp Reumatol* 1991: 254-257.
92. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med* 1996; 6: 602-608.
93. Rosales RS, Delgado EB, Diez de la Lastra-Bosch I. Evaluation of the Spanish version of the DASH and carpal tunnel syndrome health-related quality-of-life instruments: cross-cultural adaptation process and reliability. *J Hand Surg Am* 2002; 2: 334-343.
94. Hervas MT, Navarro Collado MJ, Peiro S, Rodrigo Perez JL, Lopez Mateu P, Martinez Tello I. [Spanish version of the DASH questionnaire. Cross-cultural adaptation, reliability, validity and responsiveness]. *Med Clin (Barc)* 2006; 12: 441-447.
95. Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1985; 2: 69-74.
96. O'Driscoll SW, Bell DF, Morrey BF. Posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 3: 440-446.
97. Sanchez-Sotelo J. Lateral Collateral Ligament Insufficiency. In Morrey BF (ed), *The Elbow and Its Disorders, Fourth Edition* edn.: Saunders, 2012.
98. Cooney WPB, A.T. Linscheid, R.L. Physical examination of the wrist. In Cooney WP (ed), *The Wrist: Diagnosis and Operative Treatment*. St Louis: Mosby, 1998, pp 236-261.

99. Lester B, Halbrecht J, Levy IM, Gaudinez R. "Press test" for office diagnosis of triangular fibrocartilage complex tears of the wrist. *Ann Plast Surg* 1995; 1: 41-45.
100. Burkhart SS, Wood MB, Linscheid RL. Posttraumatic recurrent subluxation of the extensor carpi ulnaris tendon. *J Hand Surg Am* 1982; 1: 1-3.
101. Friedman SL, Palmer AK. The ulnar impaction syndrome. *Hand Clin* 1991; 2: 295-310.
102. Palmer AK, Glisson RR, Werner FW. Ulnar variance determination. *J Hand Surg Am* 1982; 4: 376-379.
103. Hellbusch CC, Sperandio M, Frommhold D, Yakubenia S, Wild MK, Popovici D et al. Golgi GDP-fucose transporter-deficient mice mimic congenital disorder of glycosylation IIc/leukocyte adhesion deficiency II. *The Journal of biological chemistry* 2007; 14: 10762-10772.
104. Rosales RS. Scoring DASH spanish. <http://dash.iwh.on.ca/home>. Institute for Work & Health, 2006, pp. Scoring DASH.
105. Morrey BF, Chao EY, Hui FC. Biomechanical study of the elbow following excision of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 1979; 1: 63-68.
106. Kunz R, Burnand B, Schunemann HJ. [The GRADE System. An international approach to standardize the graduation of evidence and recommendations in guidelines]. *Internist (Berl)* 2008; 6: 673-680.
107. Pugh DM, Wild LM, Schemitsch EH, King GJ, McKee MD. Standard surgical protocol to treat elbow dislocations with radial head and coronoid fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 6: 1122-1130.
108. Karlsson MK, Herbertsson P, Nordqvist A, Besjakov J, Josefsson PO, Hasserijs R. Comminuted fractures of the radial head. *Acta Orthop* 2010; 2: 224-227.
109. Faldini C, Pagkrati S, Grandi G, Digennaro V, Lauretani G, Faldini O et al. What happens to the elbow joint after fractured radial head excision? Clinical and radiographic study at a mean 15-year follow-up. *J Orthopaed Traumatol* 2006; 3: 126-130.
110. Herbertsson P, Josefsson PO, Hasserijs R, Besjakov J, Nyqvist F, Karlsson MK. Fractures of the radial head and neck treated with radial head excision. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 9: 1925-1930.
111. Ikeda M, Oka Y. Function after early radial head resection for fracture: a retrospective evaluation of 15 patients followed for 3-18 years. *Acta Orthop Scand* 2000; 2: 191-194.
112. Janssen RP, Vegter J. Resection of the radial head after Mason type-III fractures of the elbow: follow-up at 16 to 30 years. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 2: 231-233.

113. Coleman DA, Blair WF, Shurr D. Resection of the radial head for fracture of the radial head. Long-term follow-up of seventeen cases. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 3: 385-392.
114. Goldberg I, Peylan J, Yosipovitch Z. Late results of excision of the radial head for an isolated closed fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 5: 675-679.
115. Mikic ZD, Vukadinovic SM. Late results in fractures of the radial head treated by excision. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 181: 220-228.
116. Hotchkiss RN, Weiland AJ. Valgus stability of the elbow. *J Orthop Res* 1987; 3: 372-377.
117. Jensen SL, Olsen BS, Tyrdal S, Sojbjerg JO, Sneppen O. Elbow joint laxity after experimental radial head excision and lateral collateral ligament rupture: efficacy of prosthetic replacement and ligament repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 1: 78-84.
118. Hall JA, McKee MD. Posterolateral rotatory instability of the elbow following radial head resection. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 7: 1571-1579.
119. McGinley JC, Hopgood BC, Gaughan JP, Sadeghipour K, Kozin SH. Forearm and elbow injury: the influence of rotational position. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 12: 2403-2409.
120. van Riet RP, Morrey BF, O'Driscoll SW, Van Glabbeek F. Associated injuries complicating radial head fractures: a demographic study. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 351-355.
121. van Riet RP, Morrey BF. Documentation of associated injuries occurring with radial head fracture. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 1: 130-134.
122. Kaas L, Turkenburg JL, van Riet RP, Vroemen JP, Eygendaal D. Magnetic resonance imaging findings in 46 elbows with a radial head fracture. *Acta Orthop* 2010; 3: 373-376.
123. Kaas L, van Riet RP, Turkenburg JL, Vroemen JP, van Dijk CN, Eygendaal D. Magnetic resonance imaging in radial head fractures: most associated injuries are not clinically relevant. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 8: 1282-1288.
124. Hausmann JT, Vekszler G, Breitensteiner M, Braunsteiner T, Vecsei V, Gabler C. Mason type-I radial head fractures and interosseous membrane lesions--a prospective study. *J Trauma* 2009; 2: 457-461.
125. Beingessner DM, Dunning CE, Gordon KD, Johnson JA, King GJ. The effect of radial head excision and arthroplasty on elbow kinematics and stability. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 8: 1730-1739.
126. Pike JM, Athwal GS, Faber KJ, King GJ. Radial head fractures--an update. *J Hand Surg Am* 2009; 3: 557-565.

127. Schiffern A, Bettwieser SP, Porucznik CA, Crim JR, Tashjian RZ. Proximal radial drift following radial head resection. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 3: 426-433.
128. Huang YX, Teng YJ, Yi XH, Pan J. A biomechanical study on the interosseous membrane and radial head in cadaveric forearms. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2013; 2: 122-126.
129. Shepard MF, Markolf KL, Dunbar AM. The effects of partial and total interosseous membrane transection on load sharing in the cadaver forearm. *J Orthop Res* 2001; 4: 587-592.
130. Hotchkiss RN. Injuries to the interosseous ligament of the forearm. *Hand Clin* 1994; 3: 391-398.
131. Rozental TD, Beredjiklian PK, Bozentka DJ. Longitudinal radioulnar dissociation. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 1: 68-73.
132. Rabinowitz RS, Light TR, Havey RM, Gourineni P, Patwardhan AG, Sartori MJ et al. The role of the interosseous membrane and triangular fibrocartilage complex in forearm stability. *J Hand Surg Am* 1994; 3: 385-393.
133. McGinley JC, Roach N, Hopgood BC, Limmer K, Kozin SH. Forearm interosseous membrane trauma: MRI diagnostic criteria and injury patterns. *Skeletal Radiol* 2006; 5: 275-281.
134. Jaakkola JJ, Riggans DH, Lourie GM, Lang CJ, Elhassan BT, Rosenthal SJ. Ultrasonography for the evaluation of forearm interosseous membrane disruption in a cadaver model. *J Hand Surg Am* 2001; 6: 1053-1057.
135. Palmer AK. Triangular fibrocartilage complex lesions: a classification. *J Hand Surg Am* 1989; 4: 594-606.
136. Geel CW, Palmer AK. Radial head fractures and their effect on the distal radioulnar joint. A rationale for treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 275: 79-84.
137. Szabo RM. Distal radioulnar joint instability. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 4: 884-894.
138. Cerezal L, del Pinal F, Abascal F, Garcia-Valtuille R, Pereda T, Canga A. Imaging findings in ulnar-sided wrist impaction syndromes. *Radiographics* 2002; 1: 105-121.
139. Klum M, Wolf MB, Hahn P, Leclere FM, Bruckner T, Unglaub F. Normative data on wrist function. *J Hand Surg Am* 2012; 10: 2050-2060.
140. Gunther CM, Burger A, Rickert M, Crispin A, Schulz CU. Grip strength in healthy caucasian adults: reference values. *J Hand Surg Am* 2008; 4: 558-565.

141. Crosby CA, Wehbe MA, Mawr B. Hand strength: normative values. *J Hand Surg Am* 1994; 4: 665-670.
142. Baños J. Conceptos generales en algología. In Aliaga A (ed), *Tratamiento del dolor. Teoría y práctica*. Barcelona: Editorial MCR, 1995.
143. Beecher HK. A method for quantifying the intensity of pain. *Science* 1953; 3064: 322-324.
144. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet* 1974; 7889: 1127-1131.
145. Baños J, Farré M. Principios básicos en algología. In, *Dolor y utilización clínica de los analgésicos*. Barcelona: Menarini y Editorial MCR S.A., 1996.
146. Smith MV, Calfee RP, Baumgarten KM, Brophy RH, Wright RW. Upper extremity-specific measures of disability and outcomes in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2012; 3: 277-285.
147. Richards RR, An KN, Bigliani LU, Friedman RJ, Gartsman GM, Gristina AG et al. A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg* 1994; 6: 347-352.
148. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 214: 160-164.
149. Brophy RH, Beauvais RL, Jones EC, Cordasco FA, Marx RG. Measurement of shoulder activity level. *Clin Orthop Relat Res* 2005: 101-108.
150. Williams GN, Gangel TJ, Arciero RA, Uhorchak JM, Taylor DC. Comparison of the Single Assessment Numeric Evaluation method and two shoulder rating scales. Outcomes measures after shoulder surgery. *Am J Sports Med* 1999; 2: 214-221.
151. Amstutz HC, Sew Hoy AL, Clarke IC. UCLA anatomic total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1981; 155: 7-20.
152. King GJ, Richards RR, Zuckerman JD, Blasier R, Dillman C, Friedman RJ et al. A standardized method for assessment of elbow function. Research Committee, American Shoulder and Elbow Surgeons. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 4: 351-354.
153. de Boer YA, Hazes JM, Winia PC, Brand R, Rozing PM. Comparative responsiveness of four elbow scoring instruments in patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 2001; 12: 2616-2623.
154. Inglis AE, Pellicci PM. Total elbow replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1980; 8: 1252-1258.
155. Sathyamoorthy P, Kemp GJ, Rawal A, Rayner V, Frostick SP. Development and validation of an elbow score. *Rheumatology (Oxford)* 2004; 11: 1434-1440.

156. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 11: 1585-1592.
157. Jepsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil* 1969; 6: 311-319.
158. Chung KC, Hamill JB, Walters MR, Hayward RA. The Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ): assessment of responsiveness to clinical change. *Ann Plast Surg* 1999; 6: 619-622.
159. MacDermid JC, Turgeon T, Richards RS, Beadle M, Roth JH. Patient rating of wrist pain and disability: a reliable and valid measurement tool. *J Orthop Trauma* 1998; 8: 577-586.
160. Beaton DE, Katz JN, Fossel AH, Wright JG, Tarasuk V, Bombardier C. Measuring the whole or the parts? Validity, reliability, and responsiveness of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure in different regions of the upper extremity. *J Hand Ther* 2001; 2: 128-146.
161. Jansen JC, Adams BD. Long-term outcome of nonsurgically treated patients with wrist pain and a normal arthrogram. *J Hand Surg Am* 2002; 1: 26-30.
162. Steinberg EL, Golomb D, Salama R, Wientroub S. Radial head and neck fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1988; 1: 35-40.
163. Gordon M, Bullough PG. Synovial and osseous inflammation in failed silicone-rubber prostheses. *J Bone Joint Surg Am* 1982; 4: 574-580.
164. Maynou C, Mestdagh H, Forgeois P, Berger M. [Comparative study of the treatment of radial head fractures by resection or by Swanson silastic implant]. *Acta Orthop Belg* 1996: 105-111.
165. Delclaux S, Lebon J, Faraud A, Toulemonde J, Bonneville N, Coulet B et al. Complications of radial head prostheses. *Int Orthop* 2015; 5: 907-913.
166. Pomianowski S, Morrey BF, Neale PG, Park MJ, O'Driscoll SW, An KN. Contribution of monoblock and bipolar radial head prostheses to valgus stability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 12: 1829-1834.
167. Tejwani SG, Markolf KL, Benhaim P. Graft reconstruction of the interosseous membrane in conjunction with metallic radial head replacement: a cadaveric study. *J Hand Surg Am* 2005; 2: 335-342.
168. Popovic N, Lemaire R, Georis P, Gillet P. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 11: 2469-2476.

169. Doornberg JN, Parisien R, van Duijn PJ, Ring D. Radial head arthroplasty with a modular metal spacer to treat acute traumatic elbow instability. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 5: 1075-1080.
170. van Riet RP, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. Failure of metal radial head replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2010; 5: 661-667.

10. ANEXOS

Anexo 1: Protocolo de datos

Anexo 2: Consentimiento Informado para este estudio

Anexo 3: Informe del CEIC

Anexo 4: Cuestionario DASH

Anexo 5: Puntuación de escala DASH

Anexo 6: Tabla de series de casos publicadas

ANEXO I. Protocolo de datos

Datos Filiación

Nombre/apellidos Número
 N Historia Sexo hombre/mujer Edad
 Población

Datos Clínicos

Lado Dcha / izda Dominante Si / No Tipo fractura ⁵³ 1 2 3
 Edad lesión Tiempo evolución
 Trabajo previo Manual Si/No
 Trabajo posterior Cambio de trabajo Si / No
 Solicitud Incapacidad Si / No Motivos
 Aficiones manuales Si / No Cuáles

Exploración Física

CODO

- Dolor en codo (medición con escala EVA 0-10)
 (también cualitativa: no, leve, moderado o severo)
- Síntomas del nervio cubital Si / No Tinel Si / No IQ Si/No
- Movilidad

	Derecha	Izda
Flexión		
Extensión		
Pronación		
Supinación		

- Fuerza del codo en flexo/extensión contra-resistencia. Pico a 5s

	Dcha			Izda		
Flexión codo biceps						
Extensión codo triceps						

- Laxitud en valgo del codo a 20° de flexión y antebrazo en pronación Si / No
- Inestabilidad postero-lateral rotatoria
 - *pivot shift test* + / -
 - *posterolateral drawer test* + / -
 - *push up/chair test* + / -

MUÑECA

- Dolor en muñeca (medición con escala EVA 0-10)
 (también cualitativa: no, leve, moderado o severo)
- Movilidad de flexo/extensión y desv radial/cubital de la muñeca en pronación.

	Dcha	Izda
Flexión		
Extensión		
Desv radial		
Desv Cubital		

- Fuerza de la muñeca en flexo/extensión pico en 5 segundos (3 mediciones)

	Dcha			Izda		
Flexión muñeca FCR						
Ext muñeca ECRL-B						

- Fuerza de prensión del puño. dinamómetro tipo Jamar

	Dcha			Izda		
Fuerza prensión						

- Inestabilidad radio-cubital distal

- Signo tecla de piano Si / No
- Peloteo radio-cubital Ballottement test
Inestabilidad Si / No supinación neutro pronación
- Test de rotación resistida Dolor Si / No Posición
- press test Dolor Si / No
- Test de compresión cubital (artritis-sinovitis RCD) codo en flexión y antebrazo neutro Dolor Si / No
- Luxación ECU (supinación y desviación cubital) Si / No
- Test de estrés cúbito-carpiano (roturas disco-degeneración cúbito carpiana) o bien pisiform boost. Dolor Si / No Posición

Estudio Radiológico.

- Radiografía simple antero-posterior y lateral de ambos codos para evaluar:

- Grado de artritis/artrosis del codo (Sistema de Broberg y Morrey)
- Presencia de calcificaciones periarticulares
- Acortamiento del muñón radial
- Ángulo de carga. Afecto Contralateral

- Radiografía simple postero-anterior y lateral de ambas muñecas en pronosupinación neutra (proyección de Palmer) para evaluar:

- Disbalance radio-cubital Afecto Contralateral
- Presencia de artritis/artrosis radio-cubital distal y cúbito-carpiana
- Valoración de otros parámetros radiológicos de muñeca (traslación cubital-radial y altura del carpo)

Ecografía

- Presencia LIO Si / No Evidencia rotura Si / No
- Grosor LIO dcha Grosor LIO izda

Impresión subjetiva del paciente

Muy satisfecho Satisfecho Poco satisfecho Insatisfecho

ANEXO 2. Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN

El propósito de este consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación de una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su autorización para revisar su Historial Clínico Hospitalario.

La presente investigación es conducida por *Carlos González Roldán* médico traumatólogo del Hospital Virgen del Camino de Pamplona. La meta de este estudio es *valorar los resultados a largo plazo de la resección de la cabeza radial tras fractura aislada en pacientes menores de cuarenta años.*

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder preguntas en una entrevista, cumplimentar un cuestionario, se le realizará una exploración física de su muñeca y codo y se realizarán dos radiografías de su muñeca y codo afectos para evaluar los resultados. Todo esto llevará aproximadamente 20 minutos de su tiempo.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas al cuestionario y a la entrevista serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Carlos González Roldán, médico traumatólogo del Hospital Virgen del Camino de Pamplona y le autorizo a revisar mi historia clínica hospitalaria. He sido informado (a) de que la meta de este estudio es *valorar los resultados a largo plazo de la resección de la cabeza radial tras fractura aislada en pacientes menores de cuarenta años*

Me han indicado también que tendré que responder cuestionarios y preguntas en una entrevista y realizar radiografías, lo cual tomará aproximadamente 20 minutos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a _____ al teléfono _____.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a _____ al teléfono anteriormente mencionado.

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

ANEXO 3. Informe del CEIC



Gobierno de Navarra
Departamento de Salud

Comité Ético
de Investigación Clínica
Pabellón de Docencia
Irunlarrea, 3
31008 PAMPLONA
Tlfno. 848 42 24 95
Fax 848 42 20 09

INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Doña OLGA DÍAZ DE RADA PARDO, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica de Navarra

CERTIFICA

Que este Comité, de conformidad con la Orden Ley 14/2007, de 4 de julio, de Investigación Biomédica, por la que se regulan los proyectos de investigación, y con el resto de la normativa aplicable, ha evaluado en sesión plenaria del día 18 de enero de 2017, la propuesta para la realización del estudio:

Pyto2016/137	
Efectos a largo plazo sobre la muñeca y el codo tras resección de la cabeza del radio por fractura aislada en pacientes menores de cuarenta años	
Presentado por: Carlos Ángel González Roldán	Centro: Complejo Hospitalario de Navarra

Procede emitir **INFORME FAVORABLE** para la realización de dicho proyecto, dado que el Comité ha considerado que se ajusta a las normas éticas esenciales y a los criterios deontológicos necesarios para el desarrollo del mismo.

El CEIC, tanto en su composición como en los PNT, cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95).

Que a la fecha de aprobación de dicho ensayo, la composición del CEIC era la siguiente:

Presidente:	Jesús M ^a Arteaga Coloma	Nefrología
Vicepresidente:	Gonzalo Morales Blanquez	Neurofisiología
Secretaria:	Olga Díaz de Rada Pardo	Med. Prevent. y Salud Pública
Vocales:	Belén Sádaba Díaz de Rada	Farmacología Clínica
	Daniel Aliseda Pérez de Madrid	Oftalmología
	José Juan Rifón Roca	Hematología
	Victoria Gonzalez Toda	Asoc. Cons. Sta. M ^a la Real
	Sonsoles Martín Pérez	Enfermería
	Isabel Gil Aldea	Farmacología Clínica
	Antonio Viúdez Berral	Oncología Médica

Y para que así conste, expido el presente certificado en Pamplona, a 19 de enero de 2017,

Fdo.: 


 Nafarroako Gobernua
Gobierno de Navarra
Ikerketa Klinikorako Batzorde Etikoa
Comité Ético de Investigación Clínica
18 ENE 2017
 Irteera zk.:
 Sellde N°: 23



ANEXO 4. Escala DASHe

Cuestionario de Discapacidad del Brazo, Hombro y Mano (DASHe)

Hervás MT et al. *Med Clin* 9. 2006; 127(12):441-7

Califique su capacidad para realizar las siguientes actividades durante la última semana marcando con un círculo el número que figura bajo la respuesta correspondiente

	sin dificultad	dificultad leve	dificultad moderada	dificultad severa	incapaz
1. Abrir un bote apretado o nuevo	1	2	3	4	5
2. Escribir	1	2	3	4	5
3. Girar una llave	1	2	3	4	5
4. Preparar una comida	1	2	3	4	5
5. Empujar una puerta pesada para abrirla	1	2	3	4	5
6. Colocar un objeto en un estante por encima de la cabeza	1	2	3	4	5
7. Realizar tareas domésticas pesadas (p. ej., limpiar paredes o fregar suelos)	1	2	3	4	5
8. Cuidar plantas en el jardín o la terraza	1	2	3	4	5
9. Hacer una cama	1	2	3	4	5
10. Llevar una bolsa de la compra o una cartera	1	2	3	4	5
11. Llevar un objeto pesado (más de 5 kg)	1	2	3	4	5
12. Cambiar una bombilla que esté por encima de la 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	1	2	3	4	5
16. Usar un cuchillo para cortar alimentos	1	2	3	4	5
17. Actividades recreativas que requieren poco esfuerzo (p. ej., jugar a las cartas, hacer punto)	1	2	3	4	5
18. Actividades recreativas en las que se realice alguna fuerza o se soporte algún impacto en el brazo, el hombro o la mano (p. ej., golf, tenis, dar martillazos)	1	2	3	4	5
19. Actividades recreativas en las que mueva libremente el brazo, el hombro o la mano (p. ej., jugar a ping-pong, lanzar una pelota)	1	2	3	4	5
20. Posibilidad de utilizar transportes (ir de un sitio a otro)	1	2	3	4	5
21. Actividades sexuales	1	2	3	4	5
22. Durante la semana pasada, ¿en qué medida el problema de su brazo, hombro o mano interfirió en sus actividades sociales con la familia, amigos, vecinos o grupos? (Marque el número con un círculo)	nada	ligeramente	moderada mente	mucho	extremada mente
	1	2	3	4	5
23. Durante la semana pasada, ¿el problema de su brazo, hombro o mano limitó sus actividades laborales u otras actividades de la vida diaria? (Marque el número con un círculo)	nada limitado	ligeramente limitado	moderada mente limitado	muy limitado	incapaz
	1	2	3	4	5

Efectos a largo plazo de la resección de la cabeza del radio

Valore la gravedad de los siguientes síntomas durante la semana pasada (marque el número con un círculo)	Nula	Leve	Moderada	Severa	Extrema
24. Dolor en el brazo, hombro o mano	1	2	3	4	5
25. Dolor en el brazo, hombro o mano cuando realiza una actividad concreta	1	2	3	4	5
26. Sensación punzante u hormigueo en el brazo, hombro o mano	1	2	3	4	5
27. Debilidad en el brazo, hombro o mano	1	2	3	4	5
28. Rigidez en el brazo, hombro o mano	1	2	3	4	5
29. Durante la semana pasada, ¿cuánta dificultad tuvo para dormir a causa del dolor en el brazo, hombro o mano? (Marque el número con un círculo)	ninguna dificultad 1	dificultad leve 2	dificultad moderada 3	dificultad severa 4	no puede dormir 5
30. Me siento menos capaz, con menos confianza y menos útil, a causa del problema en el brazo, hombro o mano (marque el número con un círculo)	totalmente en desacuerdo 1	en desacuerdo 2	ni acuerdo ni desacuerdo 3	de acuerdo 4	totalmente de acuerdo 5

Módulo de Deportes y Artes Plásticas (DASHe) Opcional

Las siguientes preguntas se refieren al impacto que tiene su problema del brazo, hombro o mano cuando toca un instrumento musical o practica deporte o en ambos casos. SI practica más de un deporte o toca más de un instrumento (o si practica un deporte y toca un instrumento), responda en relación con aquella actividad que sea más importante para usted. Si no practica deportes ni toca instrumentos musicales, NO es necesario que rellene esta sección.

Indique el deporte o instrumento que sea más importante para usted:

Marque con un círculo el número que mejor describa su capacidad física durante la semana pasada ¿Tuvo alguna dificultad...	ninguna dificultad	dificultad leve	dificultad moderada	dificultad severa	incapaz
1. ...para usar su técnica habitual al tocar el Instrumento o practicar el deporte?	1	2	3	4	5
2. ...para tocar el instrumento musical o para practicar el deporte a causa del dolor en el brazo, hombro o mano?	1	2	3	4	5
3. ...para tocar el instrumento musical o para practicar el deporte tan bien como quisiera?	1	2	3	4	5
4. ...para tocar el instrumento o practicar el deporte durante el tiempo que suele dedicar habitualmente a hacerlo?	1	2	3	4	5

Módulo Laboral (DASHe). Opcional

Las siguientes preguntas se refieren al impacto que tiene su problema del brazo, hombro o mano sobre su capacidad para trabajar (incluido el trabajo doméstico, si es su tarea principal). Si no trabaja NO es necesario que rellene la sección

Indique en qué consiste su oficio/trabajo

Marque con un círculo el número que mejor describa Su capacidad física durante la semana pasada ¿Tuvo alguna dificultad...	ninguna dificultad	dificultad leve	dificultad moderada	dificultad severa	incapaz
1. ...para usar su forma habitual de realizar su trabajo?	1	2	3	4	5
2. ...para realizar su trabajo habitual a causa del Dolor en el brazo, hombro o mano?	1	2	3	4	5
3. ...para realizar su trabajo tan bien como quisiera?	1	2	3	4	5
4. ...para realizar su trabajo durante el tiempo que Suele dedicar habitualmente a hacerlo?	1	2	3	4	5

http://dash.iwh.on.ca/system/files/translations/Scoring_DASH_Spanish_Spain.pdf.

Puntuación DASH

El cuestionario DASH se puntúa en dos componentes: las preguntas de la escala de discapacidad/síntomas (30 preguntas, puntuados del 1 al 5), y la sección opcional del módulo de trabajo o el de actividades especiales deportes/música (4 preguntas, puntuadas del 1 al 5).

Puntuación de discapacidad/síntomas

Al menos 27 de las 30 preguntas deben ser completadas para poder obtener la puntuación. Los valores asignados a cada una de las respuestas son sumados y divididos por el número de respuestas con lo que se obtiene una puntuación promedio de 1 a 5. Este valor es entonces transformado a una puntuación de 0 a 100, restando 1 y multiplicando por 25. Esta transformación se realiza para hacer más fácil la comparación con otros instrumentos de medición que dan sus resultados en escalas de 0 – 100. A mayor puntuación mayor discapacidad.

**Discapacidad/Síntomas DASH= $\left(\frac{\text{suma de } n \text{ respuestas}}{n} - 1\right) \times 25$,
donde n es igual al número de respuestas completadas.**

Módulos opcionales (deportes/música o trabajo)

Cada módulo opcional está constituido por cuatro preguntas que pueden ser o no ser usadas por las personas debido a la naturaleza de las mismas. El propósito de los módulos opcionales es identificar aquellas dificultades específicas que puedan experimentar los deportistas profesionales/artistas y músicos u otros grupos de trabajadores y que a lo mejor no afectan a sus actividades cotidianas de la vida diaria y por tanto indetectable mediante la escala de 30 preguntas de discapacidad/síntomas del DASH.

El mismo procedimiento descrito anteriormente se usa para calcular la puntuación del módulo opcional con cuatro preguntas. Todas las preguntas deben ser contestadas para calcular dicha puntuación. Se suman los valores asignados a cada respuesta y se divide por cuatro. Para transformar dicha puntuación a una escala 0-100, se le resta 1 y se multiplica por 25.

Preguntas sin contestar

Si más del 10% de las preguntas (más de 3 preguntas) son dejadas en blanco por la persona que contesta al cuestionario, no se podrá calcular la puntuación de discapacidad/síntomas del DASH. Por la misma regla (no más del 10% de preguntas en blanco), no es aceptable dejar sin contestar alguna pregunta en los módulos opcionales (trabajo o deportes/música) debido a que cada sección está constituida por cuatro preguntas.

© Institute for Work & Health 2006. All rights reserved.

Spanish (Spain) translation courtesy of Dr. R.S. Rosales, MD, PhD, Institute for Research in Hand Surgery, GECOT, Unidad de Cirugía de La Mano y Microcirugía, Tenerife, Spain

ANEXO 6. Tabla de series publicadas.

	Año	Nº	Edades	Segui- miento	fractura	↑ ángulo de carga	Artrosis Rx codo	Artrosis Rx muñeca	Migración Radio	valoración
Yalcinkaya ⁸	2013	14	38,8 (20-67)	14,7 (9-26)	Mason 3 Aisladas	6,3°	57,1% Criterios Broberg-M	28,6%	1,7 mm (0-4)	MEPS, DASH, EVA Excelente+bueno 100% DASH 6.6
Iftimie ⁷	2011	27	18-61	17 (10-24)	Mason 2, 3 y 4	7° (5-16)	88% Criterios Broberg-M		5p<3mm 2 IQ ac cúbito	MEPS, DASH, EVA Excelente+bueno 96% DASH 4.89
Antuña ⁹	2010	26	<40	25	Mason 2 y 3 Aisladas	11 (10-32)	100% Criterios Broberg-M		3,1 mm (0-9) 3p>5mm	MEPS, DASH, EVA Excelente+bueno 92,3% Media DASH 6
Karlsson ¹⁰⁸	2010	19	45 (21-65)	19 (15-25)	Mason 3 6 no IQ 13 IQ	2° Tinel + en 38,5%	63,2% Criterios Broberg-M	no	No consta	MEPS, ADL questionnaire Excelente+bueno 100%
Faldini ¹⁰⁹	2006	22	36	15	Mason 3 Aisladas	8°	81,9% Criterios Broberg-M			MEPS, EVA Excelente+bueno 100%
Herbertson ¹¹⁰	2004	61	44 (9-69)	18 (11-33)	Mason 2,3 y 4 43 Q inicial 18 Q tardía	4° Tinel + en 24,6%	73% Criterios Broberg-M	Solo Rx en 27 pac	16p ≥ 2mm	Escala Steinberg bueno y regular 83,5%
Ikeda ¹¹¹	2000	15	41 (25-70)	10 (3-18)	Mason 2 y 3	8° (0-20)	100% Criterios Swanson		1,6mm (0-4)	Japan elbow score 76 (60-87)
Janssen ¹¹²	1998	18	No consta	16-30	Mason 3	7° (5-10)	68,8%	0%	1-5 mm	Índice Morrey modificado Excelente+bueno 94,5%
Coleman ¹¹³	1987	17	40 (16-77)	19,8 (8-46)	Mason 2 y 3 14 Q <10d 3 Q tardía	9° (-5 a 25)	88,2 Criterios Swanson	47%	2,4mm (-1 a 8)	
Golberg ¹¹⁴	1986	36	42 (18-75)	16,4 (3-27)	Mason 2 y 3	5° (0-12)	100%		> 1mm en 22,2%	Resultados subjetivos 92% actividad normal tras IQ
Mikic ¹¹⁵	1983	60	16-71	6,5 (1-12)	No detalla Aisladas	Hasta 45° 70% normal 8% n cubital	52%		46,7% No medida subluxac	Valoración propia Excelente+bueno 50%
Morrey ¹⁰⁵	1979	13	34 (20-52)	20 (10-30)	Mason 2, 3 y 4 7 IQ inicial 6 IQ tardía	-15° y +8°	7 Leve 3 moderado 1 severo	4/13 leve	1,9 mm (0-5)	

	Año	Movilidad F-ex codo	Prono-supi	Movilidad muñeca	Fuerza codo	Fuerza prono-supi	Fuerza muñeca	Fuerza puño	valoración
Yalcinkaya	2013	6,9-133,9° Arco 127°	Prono 83,2° Supi 84,6°		Evaluacion subjettiva ↓ 5 codos				MEPS, DASH, EVA Excelente+bueno 100% DASH 6.6
Iftimie	2011	5-135°	Prono 83° Supi 79°		Mecmesin Flex 35,7-38 E 32,3-32,8			Subjettiva 26 normal 1 ↓ 20%	MEPS, DASH, EVA Excelente+bueno 96% DASH 4.89
Antuña	2010	9-139° Arco 130°	Prono 84° Supi 85°		Subjettiva 9 normal			39kg/45kg ↓16%	MEPS, DASH, EVA Excelente+bueno 92,3% Media DASH 6
Karlsson	2010	5-139°	Prono 88 Supi 79°	Flex 64° Ext 60°	Subjettiva no diferencia			0,7kp/cm2	MEPS, ADL questionnaire Excelente+bueno 100%
Faldini	2006	8-138°	Prono 78 Supi 85°						MEPS, EVA Excelente+bueno 100%
Herbertson	2004	7-140°	Prono 85° Supi 77°	Flex 65° Ext62°				0,6kp/cm2	Escala Steinberg bueno y regular 83,5%
Ikeda	2000	14-132°	Prono 80° Supi 82°		Cybex Flex ↓20% Ext ↓ 31%	Cybex Pron ↓34% Sup ↓48%		↓17%	Japan elbow score 76 (60-87)
Janssen	1998	↓flex 0 p ↓ext 8 p	↓Pron 1 p10° ↓Supi 2 p 20°	↓Dorsi- flex 10°2p				Jamar ↓ en 2/18	Indice Morrey modificado Excelente+bueno 94,5%
Coleman	1987	4-137°	Pron 81 Supi 72°			Cybex II Pron ↓5% Supi ↓11%		Jamar ↓7%	No consta
Golberg	1986	(0-9°) ↓flex 66% ↓ext 75%	(0-9°) ↓pron 72% ↓supi 83%						Resultados subjettivos 92% actividad normal tras IQ
Mikic	1983	N 37% ↓flex 13/38 ↓ext 36/38	N 42% ↓pron 28/35 ↓sup 32/35						Valoración propia Excelente+bueno 50%
Morrey	1979	13-138°	Prono 65° Supi 71°		↓ flex 9% ↓ ext 6%	↓ pron 17% ↓ supi 18%		↓ 18%	No consta