



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
TESIS DOCTORAL

Papel de la banda oblicua distal del antebrazo en la estabilidad de la articulación radiocubital distal. Estudio biomecánico y clínico de técnica quirúrgica de reconstrucción con autoinjerto de extensor carpi radialis longus.

D. ALBERTO GIMÉNEZ ROS

2024



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
TESIS DOCTORAL

Papel de la banda oblicua distal del antebrazo en la estabilidad de la articulación radiocubital distal. Estudio biomecánico y clínico de técnica quirúrgica de reconstrucción con autoinjerto de extensor carpi radialis longus.

Autor: D. Alberto Giménez Ros

Director: Dr. Francisco Martínez Martínez

Tutor: Dra. María Matilde Moreno Cascales



**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD
DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

Aprobado por la Comisión General de Doctorado el 19-10-2022

D./Dña. Alberto Giménez Ros

doctorando del Programa de Doctorado en

Ciencias de la Salud

de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Murcia, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

Papel de la banda oblicua distal del antebrazo en la estabilidad de la articulación radiocubital distal. Estudio biomecánico y clínico de técnica quirúrgica de reconstrucción con autoinjerto de extensor carpi radialis longus

y dirigida por,

D./Dña. Francisco Martínez Martínez

D./Dña.

D./Dña.

DECLARO QUE:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Si la tesis hubiera sido autorizada como tesis por compendio de publicaciones o incluyese 1 o 2 publicaciones (como prevé el artículo 29.8 del reglamento), declarar que cuenta con:

- La aceptación por escrito de los coautores de las publicaciones de que el doctorando las presente como parte de la tesis.
- En su caso, la renuncia por escrito de los coautores no doctores de dichos trabajos a presentarlos como parte de otras tesis doctorales en la Universidad de Murcia o en cualquier otra universidad

Del mismo modo, asumo ante la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada, en caso de plagio, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Murcia, a 13 de Septiembre de 2024

Fdo.: Alberto Giménez Ros

Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.

Información básica sobre protección de sus datos personales aportados	
Responsable:	Universidad de Murcia. Avenida teniente Flomesta, 5. Edificio de la Convalecencia. 30003, Murcia. Delegado de Protección de Datos: dpd@um.es
Legitimación:	La Universidad de Murcia se encuentra legitimada para el tratamiento de sus datos por ser necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento: art. 6.1 c) del Reglamento General de Protección de Datos
Finalidad:	Gestionar su declaración de autoría y originalidad
Destinatarios:	No se prevén comunicaciones de datos
Derechos:	Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia

Derechos:	Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia
-----------	--

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Francisco Martínez, parte fundamental de este trabajo. Agradecer todo el esfuerzo y el tiempo invertido en la obtención de resultados, tanto clínicos como en el laboratorio. Seguiremos trabajando para desarrollar aún más este trabajo.

A la Dra. Matilde Moreno, por sus muchos consejos y su indispensable ayuda a la hora de desarrollar un trabajo de esta envergadura. Gracias por tu dedicación y esfuerzo para que este trabajo llegara a buen puerto.

Al Instituto de Biomecánica de Valencia, por abrirnos sus puertas y hacernos sentir como en casa. Gracias por vuestra profesionalidad y buen hacer.

A Aldimesa, por el apoyo logístico y técnico durante todo el desarrollo del estudio.

A todos mis compañeros en el hospital, y especialmente a mis compañeros de residencia. Todos vosotros sois culpables de que este trabajo se haya desarrollado, por vuestra pasión, por vuestro buen hacer y por el ejemplo que siempre me habéis dado y me seguís dando.

A Pedro, tú sabes bien porqué. No sólo por tu amistad, sino por tu apoyo, ayuda y consejos.

A mi padre, porque ha dejado una huella imborrable en mí. Porque siempre fuiste un ejemplo a seguir, por tu capacidad de trabajo, tu tesón y tu dedicación. Este trabajo es en parte gracias a ti, tu motivación a que aspiráramos siempre a un paso más allá, ha sido un motor necesario para poder culminar este proyecto. Tus enseñanzas y tus valores estarán siempre conmigo.

A mi madre, porque siempre estás ahí, apoyando a tus hijos en cualquier circunstancia. Sin tu trabajo diario durante toda mi vida, hubiera sido imposible llegar a donde he llegado.

A mis hermanos, porque no conozco a nadie con mayor capacidad de trabajo que vosotros. Sois un ejemplo a seguir, del cual aprendo todos los días y al cuál aspiro a parecerme en tantos y tantos aspectos.

A Mario, el último que ha llegado a colaborar con esta tesis, pero el que más ha estado conmigo en este último año. Esta tesis ha crecido a la par que tú, y solo deseo que algún día puedas estar tan orgulloso de tu padre como él lo está de ti.

A Elena, por ser mi gran apoyo, por todo lo que representas para mí. No hay palabras de agradecimiento suficientes que compensen el esfuerzo que ha supuesto para ti la realización de este trabajo. Las horas que han sido para la tesis, te las he tenido que quitar a ti, y siempre lo has aceptado con una sonrisa, apoyándome y dándome toda tu ayuda y consejos. Has sido el pilar fundamental en el que me he apoyado para poder superar las dificultades que han aparecido en el camino, y sin ti, no hubiera podido continuar. Gracias de todo corazón.

A Elena

A Mario

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	21
ÍNDICE DE FIGURAS.....	23
ABREVIATURAS	27
RESUMEN.....	29
RESUMEN	29
ABSTRACT.....	30
1. INTRODUCCIÓN	33
1.1 IMPORTANCIA HISTÓRICA DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL	33
1.2 ANATOMÍA.....	33
1.3 BIOMECÁNICA.....	38
1.3.1 ESTABILIDAD ÓSEA.....	38
1.3.2 ESTABILIDAD APORTADA POR EL CFCT	39
1.3.3 ESTABILIZADORES SECUNDARIOS	40
1.4 INESTABILIDAD RADIOCUBITAL DISTAL	41
1.4.1 CLÍNICA DE LA INESTABILIDAD DE LA ARCD	42
1.4.2 CAUSAS DE LA INESTABILIDAD DE LA ARCD.....	42
1.4.3 DIAGNÓSTICO DE LA INESTABILIDAD DE LA ARCD.....	43
1.5 TRATAMIENTO DE LA INESTABILIDAD DE LA ARCD	48
1.5.1 GENERALIDADES.....	48

1.5.2 TRATAMIENTO DE LA INESTABILIDAD AGUDA.....	49
1.5.3 TRATAMIENTO DE LA INESTABILIDAD CRÓNICA.....	50
1.5.3.1 TÉCNICAS DE SALVAMENTO	50
1.5.3.2 RECAMBIO PROTÉSICO	52
1.5.3.3 RECONSTRUCCIÓN LIGAMENTOSA	53
1.5.3.4 TRATAMIENTO SOBRE EL CFCT.....	55
1.5.3.5 RECONSTRUCCIÓN DE LA BOD	56
2. HIPÓTESIS.....	62
3. OBJETIVOS	64
4. MATERIAL Y MÉTODO.....	66
4.1 MATERIAL.....	66
4.1.1 ESPECÍMENES	66
4.1.2 TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA	67
4.1.3 PACIENTES.....	77
4.1.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	77
4.1.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	78
4.1.3.3 PACIENTES OPERADOS	78
4.2 MÉTODO	78
4.2.1 ESTUDIO BIOMECÁNICO	78
4.2.1.1 TÉCNICA QUIRÚRGICA SOBRE ESPÉCIMEN CADAVÉRICO	79
4.2.1.2 ENSAYO DE ESTABILIDAD	81

4.2.1.3 VARIABLES DE ESTUDIO	84
4.2.1.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	84
4.2.2 ESTUDIO CLÍNICO	86
4.2.2.1 VARIABLES DE ESTUDIO	86
4.2.2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	87
5. RESULTADOS.....	89
5.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO BIOMECÁNICO	89
5.1.1 DESCRIPTIVOS	91
5.1.1.1 DESCRIPTIVOS DEL DESPLAZAMIENTO DORSAL.....	91
5.1.1.2 DESCRIPTIVOS DEL DESPLAZAMIENTO VOLAR.....	92
5.1.2 RESULTADOS DEL MODELO MIXTO.....	93
5.1.2.1 DESPLAZAMIENTO EN POSICIÓN NEUTRA	93
5.1.2.2 DESPLAZAMIENTO EN SUPINACIÓN	95
5.1.2.3 DESPLAZAMIENTO EN PRONACIÓN.....	98
5.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO CLÍNICO.....	101
5.2.1 DESCRIPTIVOS	102
5.2.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	103
6. DISCUSIÓN	106
6.1 SOBRE EL ESTUDIO BIOMECÁNICO	106
6.2 SOBRE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA.....	108
6.3 SOBRE OTRAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS	109

6.4 SOBRE EL ESTUDIO CLÍNICO.....	112
6.5 INDICACIONES DE NUESTRA TÉCNICA QUIRÚRGICA	114
6.6 CONTRAINDICACIONES DE NUESTRA TÉCNICA QUIRÚRGICA	115
6.7 LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS	116
6.8 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	116
7. CONCLUSIONES.....	119
8. BIBLIOGRAFÍA	121
9. ANEXOS	134
ANEXO 1.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Resumen de las diferentes fases del ensayo

Tabla II. Resultados del ensayo de estabilidad.

Tabla III. Descriptivos del desplazamiento dorsal en posición neutra

Tabla IV. Descriptivos del desplazamiento dorsal en supinación

Tabla V. Descriptivos del desplazamiento dorsal en pronación

Tabla VI. Descriptivos del desplazamiento volar en posición neutra

Tabla VII. Descriptivos del desplazamiento volar en supinación

Tabla VIII. Descriptivos del desplazamiento volar en pronación

Tabla IX. Resultados modelo mixto: desplazamiento dorsal en posición neutra

Tabla X. Resultados modelo mixto: desplazamiento volar en posición neutra

Tabla XI. Resultados modelo mixto: desplazamiento dorsal en supinación

Tabla XII. Resultados modelo mixto: desplazamiento volar en supinación

Tabla XIII. Resultados modelo mixto: desplazamiento dorsal en pronación

Tabla XIV. Resultados modelo mixto: desplazamiento volar en pronación

Tabla XV-A. Resultados del ensayo clínico

Tabla XV-B. Resultados del ensayo clínico

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática del CFCT

Figura 2. Tipos de escotadura sigmoidea

Figura 3. Membrana interósea

Figura 4. Eje de rotación del antebrazo

Figura 5. Esquema de efecto ganancia longitud tras fractura de EDR

Figura 6. Radiografía simple de inestabilidad de la ARCD

Figura 7. Técnica de Mino

Figura 8. Método de la congruencia

Figura 9. Método del epicentro

Figura 10. Ejemplo de procedimiento de Darrach

Figura 11. Ejemplo de procedimiento de Sauvé-Kapandji

Figura 12. Técnica de Adams

Figura 13. Técnica de Adams modificada por Theo

Figura 14. Técnica de Scheker

Figura 15. Reconstrucción de la BOD según Riggembach

Figura 16. Reconstrucción de la BOD según Aita

Figura 17. Técnica de Aita, obtención del injerto y radioscopía con fijación definitiva

Figura 18. Radiografía postoperatoria de la técnica de reconstrucción de García-Reyes.

Figura 19. Radiografía de la reconstrucción de la BOD según De Vries

Figura 20. Presencia de la BOD

Figura 21. Marcas guía en la piel y disposición que llevará la reconstrucción

Figura 22. Localización del ECRL a nivel distal

Figura 23. División del ECRL

Figura 24. Pinza de agarre desde proximal para recoger el bucle de alambre

Figura 25. Pasada del bucle de alambre para obtener el hemitendón

Figura 26. Longitud completa del hemitendón

Figura 27. Radioscopia con la aguja guía insertada en el radio

Figura 28. Disposición de las dos agujas guía a través de la guía en C sobre fantoma respetando el espacio interóseo

Figura 29. Refuerzo del injerto con sutura tipo Krakow

Figura 30. Fantoma que muestra el pasador de suturas con hemitendón preparado

Figura 31. Esquema sobre fantoma con el hemitendón reconstruyendo la BOD.

Figura 32. Autoinjerto una vez reconstruida la BOD

Figura 33. Fijación del injerto con tornillo de biotenedesis

Figura 34. Radiografía postoperatoria

Figura 35. Desinserción del CFCT

Figura 36. Desinserción de la BOD

Figura 37. Preparación de la pieza cadavérica

Figura 38. Montaje y fijación de la pieza cadavérica en el motor

Figura 39. Tipología del diagrama de cajas

Figura 40. Diagrama de cajas en posición neutra

Figura 41. Diagrama de cajas en supinación

Figura 42. Diagrama de cajas en pronación

ABREVIATURAS

ARCD: Articulación radiocubital distal

BOD: Banda oblicua distal

CFCT: Complejo fibrocartílago triangular

DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (Discapacidades del brazo, hombro y mano)

ECRL: Extensor carpi radialis longus

ECU: Extensor carpi ulnaris

EDR: Extremo distal del radio

FCT: Fibrocartílago triangular

MI: Membrana interósea

RMN: Resonancia magnética nuclear

TC: Tomografía computerizada

VAS: Escala visual analógica del dolor

RESUMEN

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

La inestabilidad radiocubital distal es un problema complejo, habiéndose desarrollado múltiples técnicas quirúrgicas para recuperar la funcionalidad de la articulación sin sacrificar la fuerza o la movilidad de la muñeca y la mano. La banda oblicua distal de la membrana interósea del antebrazo ha ganado importancia como estabilizador de la articulación desde su descripción en 2009, hasta el punto de que, en los últimos años, han aparecido diversas técnicas quirúrgicas que buscan su reconstrucción. El estudio de la función de la banda oblicua distal y su reconstrucción es un tema de actualidad en la cirugía de muñeca de mano.

MATERIAL Y MÉTODO

Presentamos un estudio biomecánico sobre piezas cadavéricas que busca analizar la estabilidad aportada por la banda oblicua distal. Además, se describe una técnica quirúrgica de reconstrucción de la banda oblicua distal con autoinjerto de extensor carpi radialis longus y los resultados clínicos y funcionales de doce pacientes intervenidos.

RESULTADOS

Las piezas cadavéricas mostraron una clara inestabilidad al seccionar la banda oblicua distal y, a su vez, se obtuvieron resultados de estabilidad similares a la normalidad cuando se reconstruyó. La reparación del complejo fibrocartílago triangular no mostró resultados superiores.

Los pacientes intervenidos, después de un año de evolución, mostraron resultados positivos en cuanto a fuerza y movilidad. El dolor residual fue escaso, las complicaciones casi nulas y la inestabilidad clínica y subjetiva desapareció.

CONCLUSIONES

La banda oblicua distal se comporta como un estabilizador primario de la articulación radiocubital distal. La técnica quirúrgica propuesta, se muestra como una técnica segura y eficaz en el objetivo de estabilizar la articulación y con buenos resultados clínicos.

ABSTRACT

INTRODUCTION

The distal radioulnar joint instability is a complex problem and multiple surgical techniques have been developed to restore joint function without sacrificing strength or mobility of the wrist and hand. The distal oblique bundle of the interosseous membrane of the forearm has gained importance as a joint stabilizer since its description in 2009 to the point that, in recent years, several surgical techniques have appeared that seek its reconstruction. The study of the function of the distal oblique bundle and its reconstruction is a current topic in hand and wrist surgery.

METHODS

This study presents a biomechanical study on three cadaveric pieces to examine the stability provided by the distal oblique bundle. In addition, this study describes a surgical technique for reconstruction of the distal oblique bundle with extensor carpi radialis longus autograft and its clinical and functional outcomes in twelve operated patients.

RESULTS

All of cadaveric pieces showed clear instability when the distal oblique bundle was sectioned and, in turn, stability results similar to normal were obtained when the bundle was reconstructed. The triangular fibrocartilage complex reparation did not show better results.

One year after surgery, the patients showed positive results in terms of strength and mobility. Residual pain was low, complications were almost non-existent and clinical and subjective instability disappeared.

CONCLUSIONS

The distal oblique bundle acts as a primary stabilizer of the radioulnar distal joint. The proposed surgical technique is shown to be safe and effective in stabilize the joint and has good clinical results.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 IMPORTANCIA HISTÓRICA DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

La inestabilidad de la articulación radiocubital distal (ARCD) es uno de los grandes problemas no resueltos en la cirugía de la mano. A lo largo de la historia han sido descritas numerosas técnicas cuyos objetivos han sido aumentar la estabilidad, así como aliviar el dolor. Estas técnicas han variado desde la reparación del complejo fibrocartílago triangular (CFCT) hasta procedimientos de rescate como el de Darrach o el Sauvé-Kapandji en aquellos pacientes que asocian alteraciones degenerativas (1).

Al mismo tiempo que aumentaba la preocupación por esta patología y las repercusiones clínico-funcionales en pacientes cada vez más activos, se fue incrementando el conocimiento de la anatomía y de la biomecánica de la ARCD, en busca de un tratamiento más efectivo, reproducible, económico y con menores repercusiones en la funcionalidad residual del miembro superior del paciente. De esta manera, empezaron a surgir técnicas que buscaban restaurar la anatomía ligamentosa perdida. Finalmente, el descubrimiento de la banda oblicua distal (BOD) de la membrana interósea del antebrazo, así como su función, ha permitido el desarrollo de técnicas quirúrgicas que buscan reproducir su función estabilizadora de la ARCD.

1.2 ANATOMÍA

La ARCD es la articulación que une la zona más distal del radio y el cúbito. Concretamente, a nivel óseo incluye la relación de la escotadura sigmoidea del radio y de la cabeza cubital. Se considera como una articulación diartrodial trocoide (2), o también como una articulación semitrocoide (3). Su arco de movimiento normal es de unos 150-180° de pronosupinación (4). Adicionalmente a los componentes óseos, se suele incluir dentro de la articulación al complejo fibrocartílago triangular (CFCT) como

parte importante de la misma, que ayuda a la congruencia articular del radio, el cúbito y la hilera proximal del carpo.

La apófisis estiloides es la parte más distal del cúbito, y en su base es donde se insertan los ligamentos radiocubitales y el CFCT. Éste es una estructura ligamentosa y cartilaginosa que une la escotadura sigmoidea del radio y la fovea cubital, insertándose en la base de la apófisis estiloides del cúbito (5). El CFCT está compuesto por el disco articular (estructura fibrocartilaginosa que se encuentra en el centro del CFCT) y el menisco homólogo (estructura de tejido conjuntivo laxo que une el disco, el carpo y la apófisis estiloides (6) y por un total de ocho ligamentos, que trabajan conjuntamente para estabilizar la ARCD. Por un lado, estarían los cuatro ligamentos radiocubitales (considerando los haces profundo y superficial, tanto del volar como del dorsal, como entidades independientes), tres ligamentos cúbitocarpianos (cubitopiramidal, cubitolunar y cubitogrande), y un ligamento colateral cubital. Puede verse una esquematización simple del CFCT en la figura 1. (7) (8) (9) (10) (11) (12).

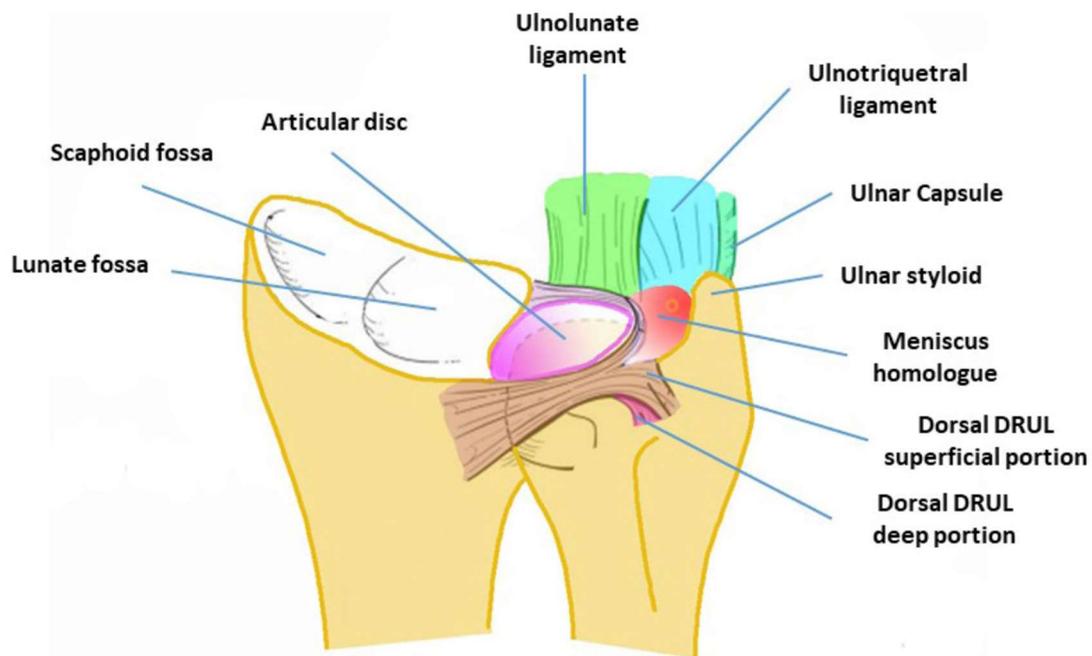


Figura 1. Representación esquemática del CFCT (Moradi¹¹).

Además, se considera que el suelo de la corredera por donde discurre el extensor cubital del carpo forma parte del CFCT, uniendo la estiloides y el piramidal, así como englobando parte del ligamento colateral cubital, dando estabilidad a la ARCD (12). La orientación del CFCT depende de la varianza cubital, siendo horizontal en los casos con varianza neutra y estando inclinado hacia proximal cuando hay un cúbito plus y al revés en el caso contrario (13).

Centrándose en el principal punto de contacto óseo de la ARCD, que es la escotadura sigmoidea del radio y sobre el cuál pivota la cabeza cubital y basándose en el estudio de 50 cadáveres, Tolat et al. describieron 4 tipos de escotadura sigmoidea. El tipo plano se apreciaba en el 42% de los casos, el tipo en pista de esquí en el 14%, la curva en "C" en el 30% y la curva en "S" en el 14% (14). En la figura 2 se pueden ver los 4 tipos de escotadura sigmoidea descritos por Tolat.

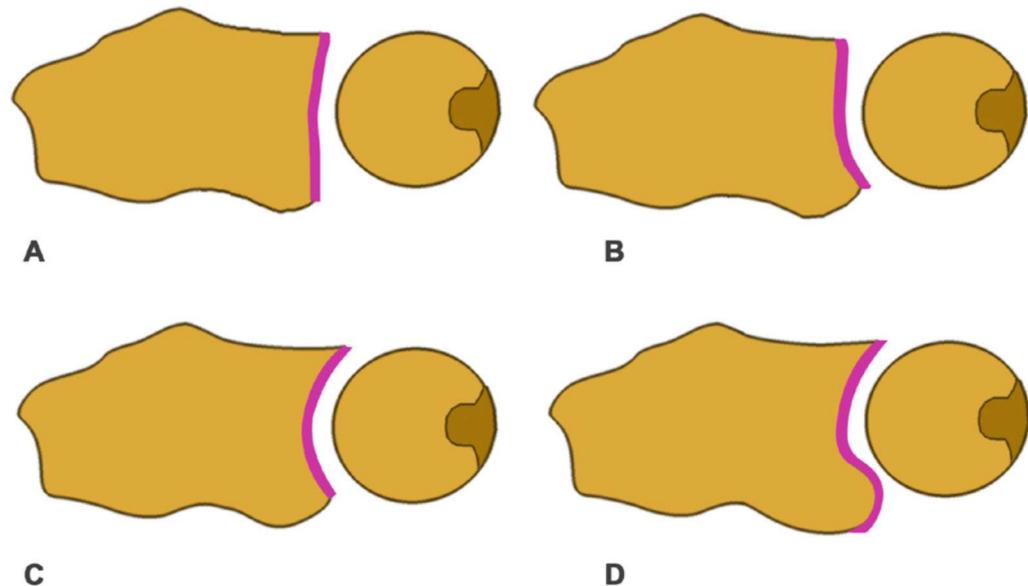


Figura 2. Tipos de escotadura sigmoidea descritos por Tolat (A) plano, (B) pista de esquí, (C) curva en C, (D) curva en S (Moradi¹¹).

Esta clasificación tiene importancia a la hora de comprender la capacidad para producir inestabilidades y para decidir el tratamiento (15), siendo el tipo plano el más

proclive para la inestabilidad y el que peor responde al tratamiento sobre tejidos blandos aislados (4).

Avanzando en la unión de radio y cúbito más proximalmente, encontramos con un papel importante a la membrana interósea (MI), que es un tejido fibroso que une radio y cúbito a lo largo de toda su longitud. Está formada por varios ligamentos y engrosamientos, que ayudan en la estabilización de la ARCD en la pronosupinación y a la dinámica y al funcionamiento de este movimiento. El principal componente de la MI es la banda central, con fibras que van oblicuas de la parte central de la diáfisis radial a la parte distal de la diáfisis cubital. Como se puede ver en la figura 3, además de la banda central, existe una banda accesoria vecina a la banda central; una banda dorsal accesoria; una banda oblicua proximal, con una parte anterior y otra posterior; y la banda oblicua distal (BOD), que va del sexto distal del cúbito al radio, insertándose en las inmediaciones de la escotadura sigmoidea, y en estrecha relación con los ligamentos radiocubitales volar y cubital del CFCT, pareciendo trabajar conjuntamente al mismo en la estabilización de la ARCD (16) (17).

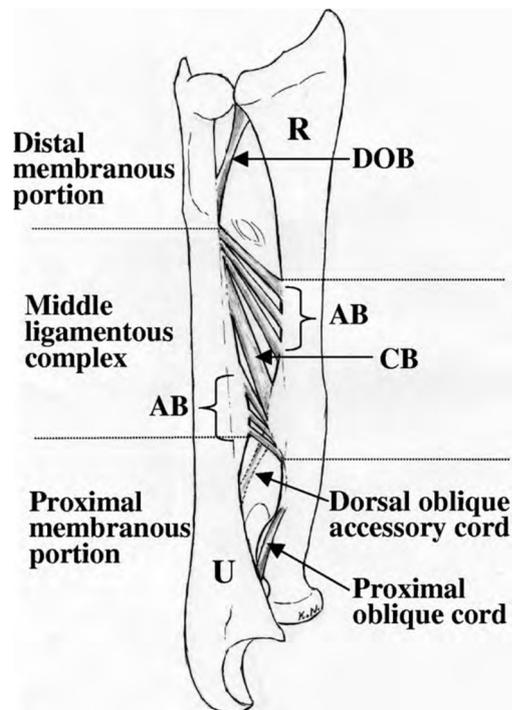


Figura 3. Membrana interósea. Radio (R), cúbito (U), banda oblicua distal (DOB), banda accesoria (AB), banda central (CB), banda oblicua dorsal (dorsal oblique accessory cord), banda oblicua proximal (proximal oblique cord), porción distal de la membrana (distal membranous portion), complejo ligamentoso central (middle ligamentous complex) y porción proximal de la membrana (proximal membranous portion). (Noda¹⁶)

Este engrosamiento distal de la MI no siempre está presente. En los últimos años se han hecho diversos estudios en los que se pone de manifiesto la variabilidad en la presentación de la BOD, oscilando la prevalencia de su presencia entre el 20 y el 87% (18), aunque la prevalencia descrita con más asiduidad ronda el 40%.

Noda en 2009, estudia 40 cadáveres y describe la BOD en el 40% de los casos, siendo el primero en describirla (16). Posteriormente, otros autores han publicado diversas prevalencias. Así, en el estudio realizado por Kitamura et al, la encuentran en 4 de 10 cadáveres (19), mientras que en el de Riggembach, la encuentran en 3 de 6 especímenes (20). Delbast et al., describieron también un 50% de prevalencia en un total de 12 cadáveres (21). Low et al. examinaron 10 cadáveres y encontraron la presencia de la BOD en el 70% de los mismos (22). Sobre un total de 23 cadáveres, Orbay et al. la describen en el 48% de los casos (23), mientras que en el estudio de Angelis et al. observan un 39.3% (24). Kim observa una prevalencia del 32.5% en un estudio con RMN (25), y usando el mismo método, He et al. obtienen una prevalencia del 20.7%(26).

En cuanto a las dimensiones, el grosor medio descrito va de los 0.8 mm hasta los 1.5 mm (18). Así, Kitamura et al. describen una media de 0.9mm de grosor (19) y Hohenberger et al. 0.88 mm (18). Delbast et al., describieron también un grosor medio de 0.8mm (21), sin embargo, otros autores describen grosores mayores, como Noda et al. (1.5mm) (16), Kitamura et al. (1.2 mm) (19) o Moritomo et al. 1.2mm (27). En cuanto a los puntos de origen, varían en los estudios debido a que se toman distintos puntos de referencia. Aunque los diferentes estudios suelen coincidir en una longitud de entre 24 y 26 mm, con un origen cubital a 50mm proximal a la estiloides cubital y una inserción radial a 35 mm proximal a la estiloides radial (28). Estas medidas pueden variar según el punto de origen que se tome como referencia, ya que en el estudio de Riggembach se menciona un origen a 9 mm proximalmente con respecto a la escotadura sigmoidea del radio y a 46mm del límite distal del cúbito (20). Sin embargo, los puntos de referencia habituales de origen e inserción de la BOD son los descritos por Noda et al., que establecieron el punto del sexto distal del cúbito hacia la escotadura sigmoidea del radio (16).

1.3 BIOMECÁNICA

Cuando se habla de la estabilidad de la ARCD, se nombran estabilizadores primarios y secundarios. Los primarios son la congruencia articular y el CFCT (principalmente los ligamentos radiocubitales distales volar y dorsal) (11), mientras que los secundarios serían el extensor cubital del carpo, la cápsula articular, el pronador cuadrado y la membrana interósea (29).

1.3.1 ESTABILIDAD ÓSEA

El cúbito representa el centro del antebrazo, sobre el cual gira el radio, y sobre el que descansa (30). Ésto lo podemos ver en la figura 4.

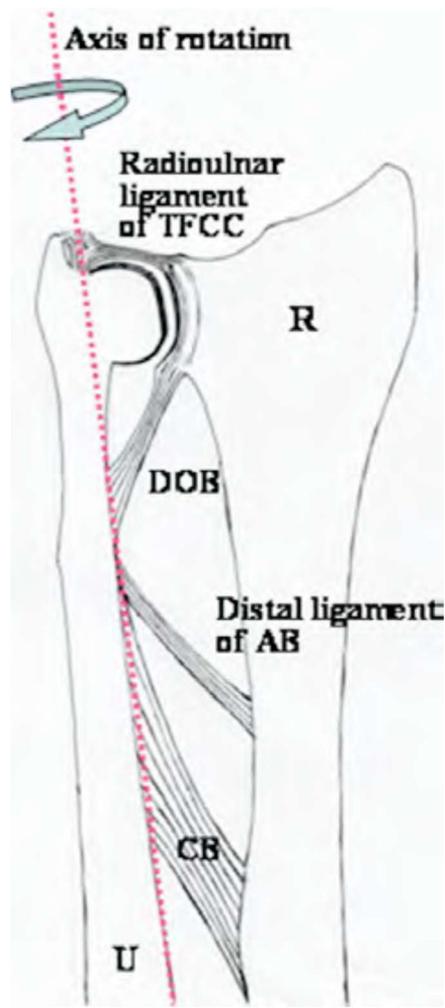


Figura 4. Eje de rotación del antebrazo. Radio (R), cúbito (U), ligamentos radiocubitales del CFCT (radioulnar ligament of TFCC), BOD (DOB), banda central (CB), banda accesorio (distal ligament of AB). (Moritomo³¹)

La cabeza cubital tiene forma de cilindro asimétrico y tiene una curvatura diferente a la de la escotadura sigmoidea, lo que lleva a una incongruencia articular que desemboca en pequeños movimientos de traslación dorsovolar y próximodistal (32), hasta el punto de que, en pronosupinación máxima, solo el 10% del cúbito distal contacta directamente con la escotadura sigmoidea del radio (33). Adicionalmente, la escotadura sigmoidea del radio es bastante más grande que la cabeza cubital (18mm frente a 8mm), lo que desemboca en una pobre estabilidad intrínseca (34). De hecho, la congruencia articular ósea aporta solo el 20% de la estabilidad articular. El resto viene dado por el CFCT y los estabilizadores secundarios (4).

En condiciones normales, al aplicar una carga axial sobre la mano, el 80% de la misma pasa a través del radio y solo el 20% a través del cúbito (4). Sin embargo, este reparto puede variar ostensiblemente en función de la desviación cubital o radial y la pronosupinación, pudiendo llegar al 50% sobre cúbito en posición de pronación y desviación cubital máximas (35). Además, si se produce un acortamiento de 2.5mm del cúbito, la carga proporcional sobre el mismo baja hasta un 4%, mientras que ese mismo alargamiento la sube hasta el 42% (36).

En una muñeca sin alteraciones, en pronosupinación media, la cabeza cubital está en el centro de la escotadura sigmoidea. Sin embargo, al realizar la pronosupinación hay un movimiento de hasta el 10% de la longitud de la escotadura que realiza el cúbito sobre el radio, lo que representa unos 2 mm hacia volar y otros 2 mm hacia dorsal (34).

1.3.2 ESTABILIDAD APORTADA POR EL CFCT

La función principal del CFCT es extender la superficie articular del radio distal hasta la cabeza cubital, produciendo una conexión fuerte pero flexible entre los dos para conseguir tanto un soporte para la porción cubital del carpo como un área mayor para la transmisión axial de la carga (37). Se considera que el CFCT es el principal estabilizador de la ARCD (6) (23).

Se considera que el CFCT ayuda a constreñir la ARCD (38). Para ello, existen los ligamentos radiocubitales distales, volar y dorsal, que son los que comprimen los márgenes del CFCT (8). Partiendo de la escotadura sigmoidea, ambos están divididos en

una parte profunda (también llamado ligamentum subcruentum) que se une a la fóvea y otra superficial, que se une a la apófisis estiloides del cúbito (37).

Para conseguir la estabilidad de la ARCD, cuando el radio rota sobre el cúbito en la pronación, el ligamento dorsal se tensa y, en supinación, lo hace el ligamento volar, (4). Estudios más recientes, afirman que la estabilidad se puede mantener incluso cortando el ligamento radiocubital volar o el dorsal, ya que el haz profundo del volar, trabaja conjuntamente con el superficial del dorsal en estabilizar la pronación, mientras que el haz superficial del volar y el profundo del dorsal hacen lo propio en supinación (12) (39).

1.3.3 ESTABILIZADORES SECUNDARIOS

La importancia de la parte más distal de la membrana interósea en la estabilidad de la ARCD fue descrita en 1966 por Radin (40), pero el estudio de su importancia como estabilizador secundario (24) (41) ha aumentado en los últimos años, desde que Noda describe la BOD en 2009 (16). Así, se ha mencionado la estabilidad que produce en la traslación dorsal y palmar del cúbito sobre el radio en todas las posiciones de la pronosupinación (42). Igualmente, se ha estudiado la íntima relación en la estabilidad que desarrollan la BOD junto al CFCT (17). De esta manera, existen evidencias en diferentes artículos de que los pacientes con BOD parecen tener más estabilidad en la ARCD que aquellos que no la tienen (26) (43). Sin embargo, también existen otros que hablan de un papel secundario de la BOD, la cual no es suficiente para estabilizar la ARCD en presencia de un CFCT dañado (23).

La ARCD es estabilizada por el extensor cubital del carpo cuando se produce extensión y desviación radial (34). Además, hay estudios que han demostrado que es capaz de estabilizar la ARCD, aún a pesar de seccionar el CFCT, siempre y cuando, su tendón se mantenga intacto en su corredera (44).

El pronador cuadrado se contrae durante la pronosupinación, estabilizando de forma dinámica la ARCD (45).

En el estudio de Arimitsu de 2011, se constata que la BOD ayuda en la estabilidad de la ARCD. En su estudio, demuestran que, al hacer una osteotomía cubital proximal al origen cubital de la BOD, se mantiene una estabilidad mayor en la ARCD que si la osteotomía se hace distalmente. Esto se debe al hecho de que mantener la inserción y, por tanto, la longitud y tensión de la BOD, permite que esta banda siga realizando su función estabilizadora (46). De la misma manera, un colapso del radio tras una fractura puede corresponderse con una pérdida de longitud de los ligamentos y la BOD y, por lo tanto, con una función insuficiente. Así, al restaurar la longitud del radio, si la BOD está intacta, ésta vuelve a tensarse y aporta estabilidad a la ARCD, como podemos ver esquemáticamente en la figura 5 (47). Adicionalmente, se ha descrito su papel estabilizador tras un procedimiento de Sauvé-Kapandji (25).

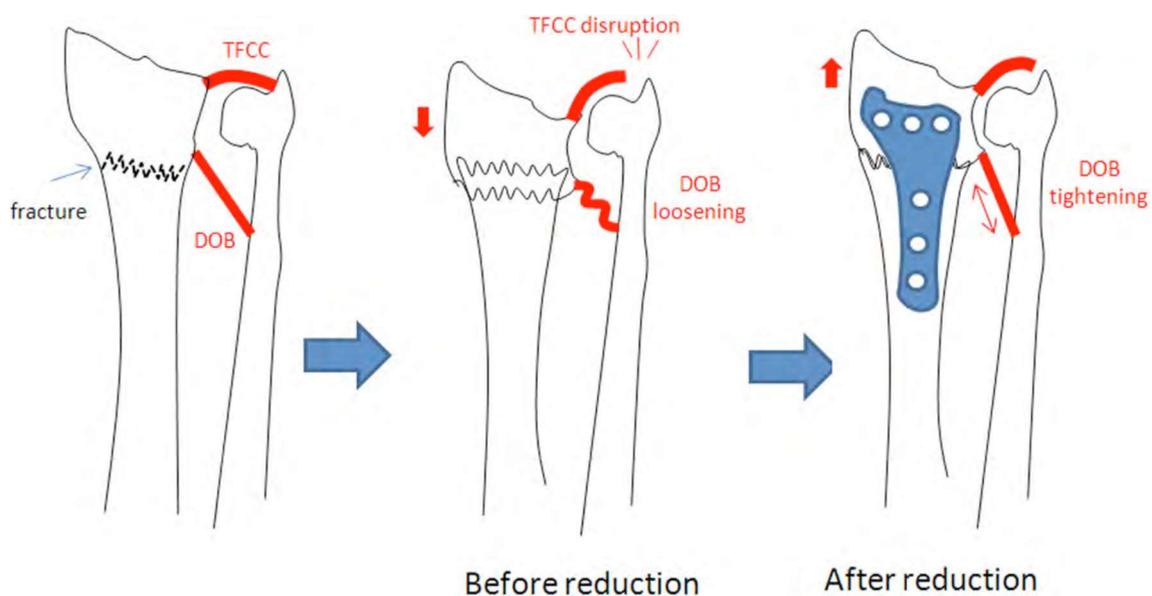


Figura 5. Esquema de efecto ganancia longitud tras fractura de EDR. BOD (DOB), CFCT (TFCC). (Moritomo²⁷)

1.4 INESTABILIDAD RADIOCUBITAL DISTAL

La inestabilidad de la ARCD se define como la incompetencia para mantener la congruencia articular cuando se somete la articulación al movimiento o a la carga. En función del momento del diagnóstico y el tiempo de clínica asociado y puede dividirse en aguda y crónica (48).

1.4.1 CLÍNICA DE LA INESTABILIDAD DE LA ARCD

Los pacientes que presentan una inestabilidad radiocubital distal pueden tener dolor en el lado cubital de la muñeca, que aumenta cargando peso y con los movimientos de extensión de muñeca y pronosupinación máximas de la muñeca. Estos pacientes suelen referir crujidos e hipermovilidad (29), y en los casos en los que no se trata correctamente, puede acabar llevando a procesos degenerativos en la ARCD (47). La inestabilidad de la ARCD puede ser dorsal, volar o multidireccional, siendo la inestabilidad o subluxación dorsal más frecuente que la volar o la multidireccional (3). La sintomatología se puede referir en diferentes planos o movimientos dependiendo de la dirección de la inestabilidad,

1.4.2 CAUSAS DE LA INESTABILIDAD DE LA ARCD

Las inestabilidades agudas pueden producirse de forma aislada, aunque suelen ocurrir tras una lesión del CFCT; una fractura de la estiloides cubital y, en su forma más frecuente, tras una fractura de radio distal, siendo el acortamiento inicial del mismo el principal factor desencadenante de una inestabilidad (49).

Las lesiones traumáticas de antebrazo pueden asociar lesiones de la MI que, si no son tratadas correctamente, pueden alterar la anatomía y funcionalidad de la ARCD (17). Entre estas lesiones que engloban al antebrazo en su conjunto, destacan la fractura-luxación de Galeazzi y la lesión de Essex-Lopresti (4).

De esta manera, la causa más frecuente de inestabilidad suele ser la traumática. Con diferencia las fracturas de radio distal son la principal fuente de origen de esta patología, ya que se estima que entre el 11 y el 19% de los pacientes que sufren una fractura de EDR pueden desarrollar una inestabilidad de la ARCD (50).

Entre las diversas causas de inestabilidad crónica de la ARCD, existen algunas que pueden ser no traumáticas, como la artritis reumatoide, los problemas del tejido conectivo como el síndrome de Ehlers-Danlos, la deformidad de Madelung o deformaciones neoplásicas como las producidas en el contexto de una condromatosis múltiple (12). Además, existen otras causas como pueden ser las iatrogénicas, que se

ven principalmente en el contexto de las secuelas del procedimiento de Darrach o del Sauvé-Kapandji (29).

Otras posibles causas de inestabilidad crónica de origen traumático son las secuelas de la fractura-luxación de Galeazzi, de la lesión de Essex-Lopresti o de las fracturas diafisarias de radio y/o cúbito (29). También es frecuente encontrar inestabilidad tras lesiones del CFCT, estiloides cubital e incluso por lesiones de las uniones tendinosas carpianas o radioulnocarpianas (47).

1.4.3 DIAGNÓSTICO DE LA INESTABILIDAD DE LA ARCD

El diagnóstico de esta entidad suele ser difícil y muchas veces no se diagnostica en el momento agudo, por lo que la sospecha clínica y la búsqueda activa de la inestabilidad se hace fundamental en aquellos pacientes con lesiones traumáticas del antebrazo, principalmente fracturas desplazadas de EDR. Está demostrado que el infradiagnóstico y por lo tanto el no tratamiento adecuado de la inestabilidad en los estadios más agudos posibles, desemboca en la clínica de dolor, pérdida de movilidad y fuerza (51).

Existen diferentes maniobras clínicas para poner en evidencia la inestabilidad de la ARCD y provocar los síntomas en el paciente. El press test consiste en intentar levantarse de una mesa empujándola con las palmas de las manos hacia abajo y el antebrazo en pronación, siendo positivo sí se reproduce el dolor (52).

El signo de la tecla de piano tiene un 66% de sensibilidad y un 68% de especificidad. Consiste en presionar la cabeza cubital para ver si existe un desplazamiento de ésta con un retorno al sitio previo al dejar de ejercer fuerza. El signo de la fóvea tiene una sensibilidad del 95% y una especificidad del 87% para detectar desinserciones foveales del CFCT y lesiones del ligamento cúbitopiramidal. La fóvea que se visualiza en este signo es una depresión que aparece entre la estiloides cubital y el tendón del músculo extensor carpi ulnaris (ECU) (53).

El ballottement test tiene un 96% de especificidad, pero solo posee un 59% de sensibilidad (47) (54), aunque también se ha descrito una sensibilidad del 66% y una especificidad del 68% (55). Esta prueba consiste en determinar la movilidad pasiva de la

ARCD; para ello se examina el desplazamiento dorsovolar del cúbito, con el antebrazo en pronosupinación media y fijando el radio por parte del examinador (56) (57).

La radiografía simple es la primera prueba de imagen a realizar en el diagnóstico. Permite tanto valorar la congruencia articular de la ARCD como descartar otras lesiones asociadas. Sin embargo, el diagnóstico mediante radiografía simple puede dar errores diagnósticos, ya que pequeñas variaciones, de unos 10 grados, en la proyección de rayos X, pueden semejar una articulación reducida que está claramente luxada (58). En una radiografía lateral de la muñeca, el diagnóstico se obtiene si se ve un descubrimiento de más del 50% de la cabeza cubital, y en la radiografía anteroposterior una distancia superior a 3 mm entre radio y cúbito en la ARCD. Una radiografía con carga, en la que se tense la resistencia de la ARCD, también puede ayudar al diagnóstico (29). En la figura 6 se muestran diversas radiografías simples sugestivas de inestabilidad ARCD.



Figura 6. Radiografías simples de inestabilidad de la ARCD. (A) Descubrimiento de la cabeza cubital en radiografía lateral, (B) apertura del espacio radiocubital en radiografía anteroposterior, (C y D) diferencia radiográfica al aplicar carga, (E) radiografía contralateral de las radiografías C y D, (F) fractura-luxación de Galeazzi (Tan²⁹).

Es importante la valoración de la extremidad contralateral en los casos de dudas diagnósticas, ya que se determina que hay subluxación si hay un escalón de más de 5mm de la cabeza del cúbito respecto al lado contralateral (58).

El diagnóstico de la inestabilidad radiocubital distal puede apoyarse en el uso de la tomografía computerizada (TC), sobre todo en aquellos casos que puedan arrojar mayores dudas diagnósticas. Para ello, hay diferentes pruebas y parámetros descritos en la literatura. En la técnica de Mino (figura 7), se dibujan dos líneas en el radio, una volar que va desde su borde radial al cubital y otra dorsal que hace lo mismo. Se considera positiva si más del 25% de la cabeza cubital queda fuera de la zona delimitada por las dos líneas (59).

En el método de la congruencia (figura 8), se compara el arco de la cabeza cubital con el arco de la escotadura sigmoidea, y se confirma la congruencia entre las dos curvas (60).

En el método del epicentro (60), para determinar el centro de rotación de la ARCD se dibuja una línea del centro de la cabeza cubital (C) al centro de la estiloides cubital (E). Después se dibuja el arco de la escotadura sigmoidea del radio; a continuación, se dibuja una línea perpendicular desde al arco de la escotadura sigmoidea hasta que se encuentra con la línea que une los centros de la cabeza y estiloides cubital (CE). Cuando la línea cae a mitad del arco de la escotadura sigmoidea se considera que la articulación es normal (figura 9).

El método del epicentro es el más usado y específico mientras que los métodos de la congruencia y de Mino presentan elevadas tasas de falsos positivos (61) (62).

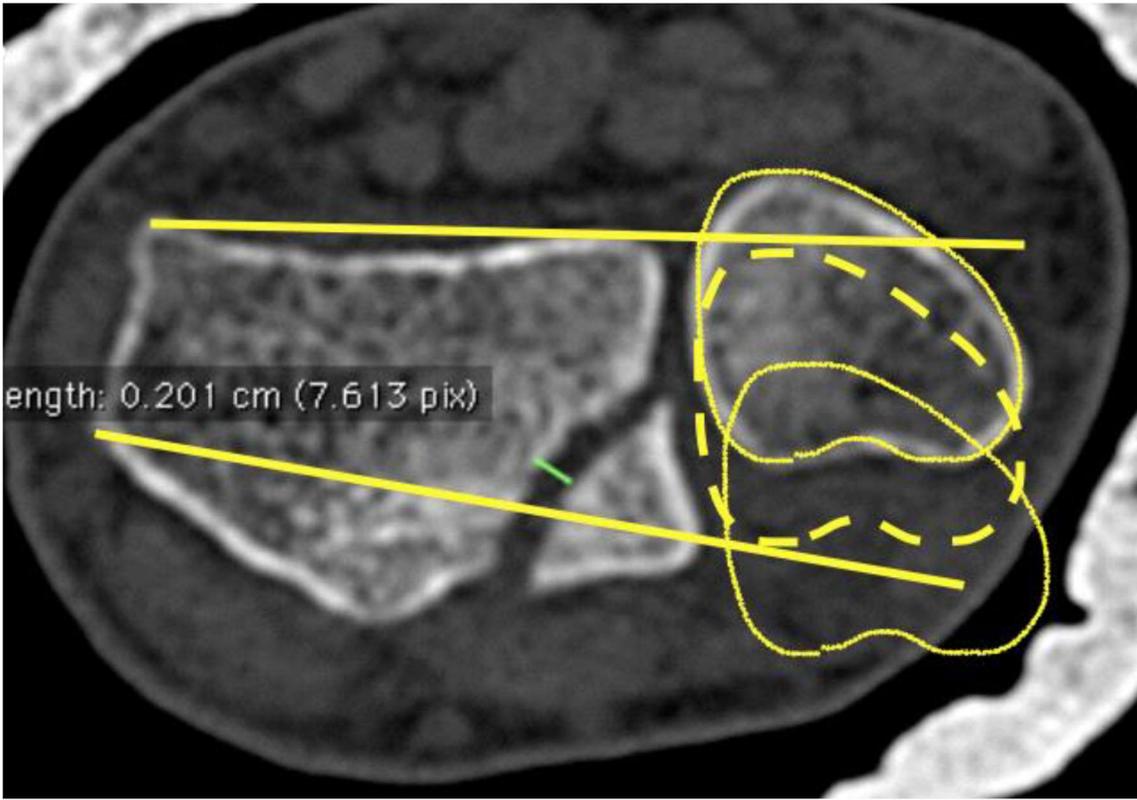


Figura 7. Técnica de Mino (Rodríguez-Merchán⁴⁷).

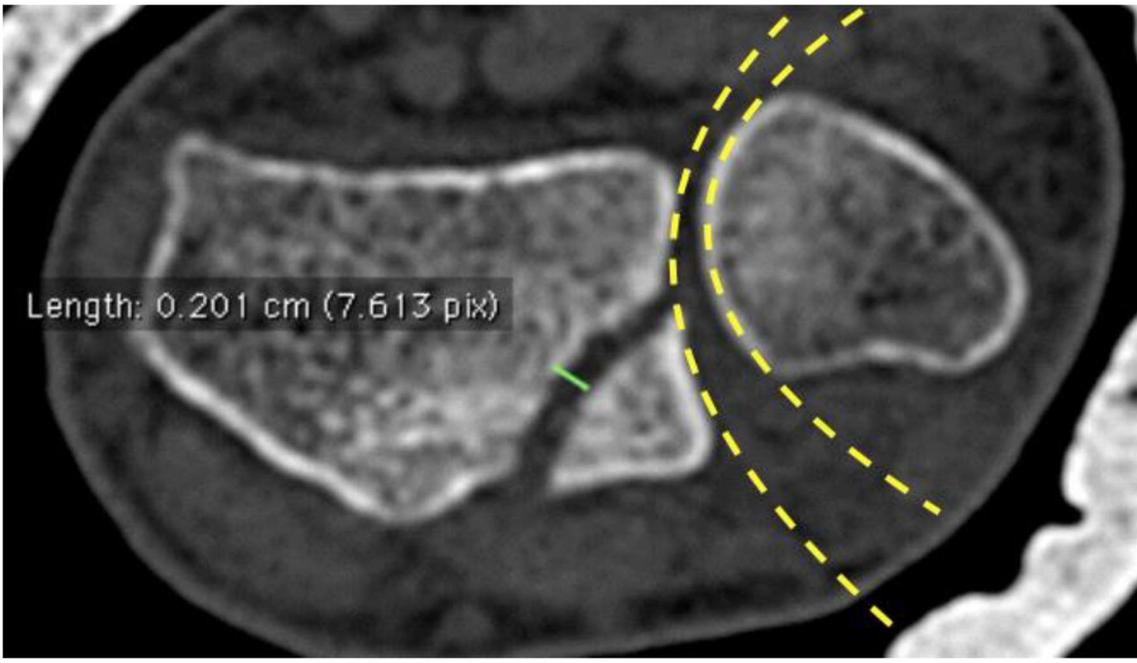


Figura 8. Método de la congruencia (Rodríguez-Merchán⁴⁷).

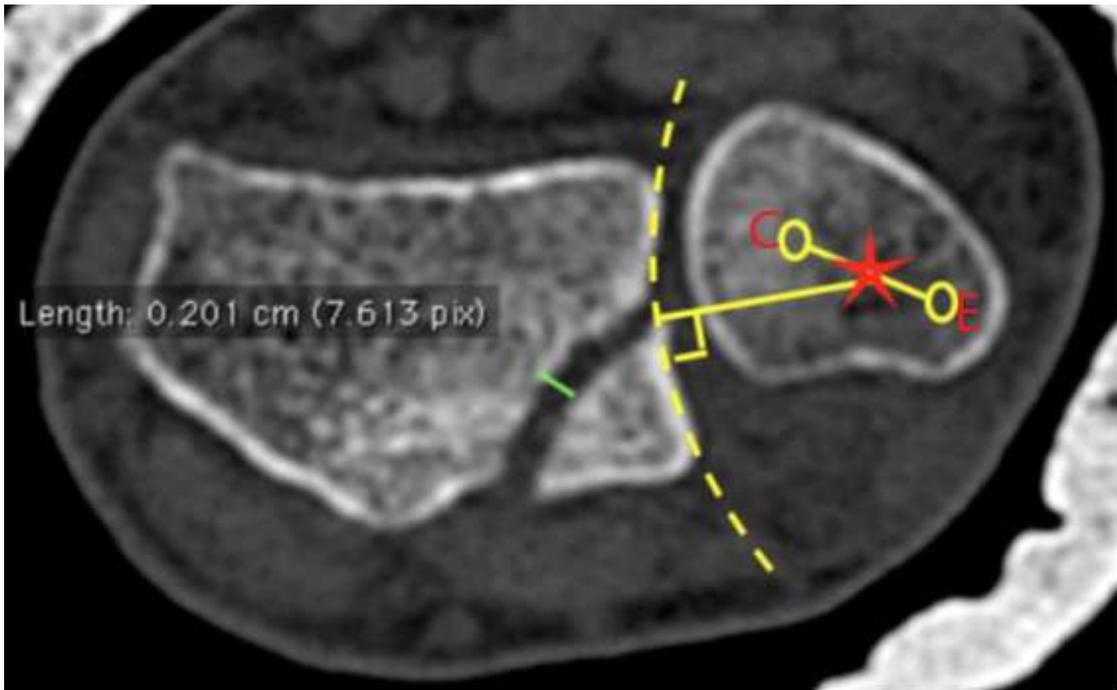


Figura 9. Método del epicentro (Rodríguez-Merchán⁴⁷).

La RMN de alta resolución aún tiene una sensibilidad y especificidad variables, pero su utilidad para valorar lesiones de partes blandas está fuera de toda duda (12) (26). Incidiendo en el caso concreto de la MI, su valoración por RMN está descrita en diversos estudios (63) (64). Sin embargo, su uso específico para identificar la BOD no se describe hasta los estudios de Kim, que pone una cota de 1mm de grosor para determinar la presencia de la BOD, y un grosor medio de la misma de 1.4mm en la RMN (25). Sin embargo, un estudio habitual de muñeca con RMN no sería suficiente, ya que, debido a la disposición anatómica de la BOD, habría que incluir en el estudio, al menos, los 6 cm proximales desde la estiloides cubital, hecho que no suele ocurrir en un estudio habitual de RMN (65).

La ecografía es una prueba complementaria que puede ser un apoyo para el diagnóstico etiológico de la inestabilidad, ya que, si bien tiene menor resolución para el estudio de las partes blandas que la RMN, es una prueba más accesible y barata, y además, según el estudio de Okada et al. puede usarse para determinar la presencia de BOD, con una sensibilidad del 80% y una especificidad del 100%, teniendo un error en el grosor de la plastia de sólo 0.19mm con una desviación estándar de 0.27mm (66).

La artroscopia de muñeca aparte de ser terapéutica puede usarse como método diagnóstico de la inestabilidad, porque se puede ver directamente el CFCT y otras

posibles lesiones asociadas (47). Sin embargo, no sería útil para determinar la presencia de la BOD, al ser una estructura extraarticular.

1.5 TRATAMIENTO DE LA INESTABILIDAD DE LA ARCD

1.5.1 GENERALIDADES

El tratamiento de la inestabilidad de la ARCD es uno de los grandes problemas aún existentes en la cirugía de muñeca. Hay descritos multitud de procedimientos que, aunque tienen unas indicaciones claras y unas pautas quirúrgicas bien establecidas por años de práctica clínica, siguen presentando resultados dispares y discutibles.

En líneas generales, podemos diferenciar el tratamiento dirigido a las inestabilidades agudas y el dirigido a las inestabilidades crónicas. Los procedimientos conservadores o mínimamente invasivos suelen usarse en el tratamiento agudo, mientras que las cirugías más complejas se reservan para aquellos casos en los que las medidas anteriores no han sido efectivas, o la inestabilidad se ha demorado en ser diagnosticada y se consideran casos crónicos (29).

El tratamiento conservador incluye programas de rehabilitación de aumento de fuerza y mejora de la propiocepción del antebrazo (67). El uso de ortesis funcionales para el tratamiento conservador de la inestabilidad crónica también está muy extendido, pero tienen el gran inconveniente de restringir la movilidad del miembro superior (47). Debido a sus limitaciones, el tratamiento conservador se suele limitar a pacientes con baja demanda funcional.

El tratamiento de la inestabilidad crónica suele ser quirúrgico, para lo que hay diferentes métodos terapéuticos. Por un lado, están los tratamientos que buscan la reparación del CFCT; por otro los que intentan la reconstrucción de los ligamentos radiocubitales distales en los pacientes sin alteración degenerativa asociada; y por últimos los tratamientos de salvamento (procedimientos de Darrach y de Sauvé-Kapandji) y las prótesis articulares en los pacientes con degeneración artrósica (68). A todos estos tratamientos, en los últimos años se han unido aquellos que buscan la reconstrucción de la BOD (29).

1.5.2 TRATAMIENTO DE LA INESTABILIDAD AGUDA

Las lesiones agudas que crean una inestabilidad aislada de la ARCD son raras, pero si se produce, tras realizar la reducción y comprobar que es estable, lo habitual es la inmovilización con férula en la posición de estabilidad, que en el caso de una luxación posterior sería en supinación y en la luxación volar en pronación (47).

Sin embargo, lo más habitual como ya se ha comentado anteriormente, es que la inestabilidad venga acompañada de otras lesiones, principalmente de una fractura de EDR. El tratamiento clásico agudo de inestabilidad de la ARCD asociada a una fractura de radio distal es la osteosíntesis del radio en un primer tiempo y la reducción de la ARCD comprobando su estabilidad. Si es estable, podría darse el proceso por finalizado, pero si no es estable, se puede optar por asociar una férula o una aguja de Kirschner que bloquee temporalmente la cabeza cubital contra el radio, pero a veces puede quedar una inestabilidad residual a pesar de estas precauciones (17).

El desplazamiento a radial del fragmento distal en una fractura de EDR aumenta la inestabilidad, debido a que aumentos de la distancia radiocubital de 1mm pueden aumentar la posibilidad de ruptura de los ligamentos radiocubitales en 5 veces (69), pero si se consigue una reducción adecuada, la estabilidad es posible si existe la BOD y está íntegra (70) (71).

Respecto a las fracturas de estiloides cubital, existe controversia sobre la necesidad de tratamiento y en su caso, el tipo de tratamiento preciso. Hay diversos estudios que demuestran la indiferencia que supone esta fractura en la aparición de inestabilidad de la ARCD (6) (72) (73), no obstante, otros afirman que estas fracturas se relacionan con lesiones del CFCT y, por lo tanto, pueden derivar en inestabilidad de la ARCD (74). Así, parece preponderar la idea de que la existencia e integridad de la BOD permite la estabilidad de la ARCD en casos de fractura de EDR que asocian lesión del CFCT o de la estiloides cubital, siempre y cuando la resolución de la fractura del radio sea adecuada y permita una correcta congruencia de la escotadura sigmoidea con la cabeza cubital (75).

Ahondando en esta idea, la persistencia de una inestabilidad de la ARCD después del tratamiento correcto de la fractura de EDR es bastante baja, en torno al 1.5% de los casos, por tanto, no parece justificado el tratamiento de forma ordinaria en busca de la consolidación de una fractura de estiloides cubital asociada a la fractura del EDR o la reparación del CFCT (51). De hecho, la fractura de estiloides cubital asociada a fractura del EDR no parece contribuir al desarrollo de una inestabilidad de la ARCD. Tampoco parece influir ni en los resultados clínicos ni en los funcionales del tratamiento de la fractura de radio, independientemente del desplazamiento de la fractura de estiloides, su tamaño, su consolidación o no (76) (77). En los casos de pseudoartrosis, sólo se recomienda una intervención, ya sea intentar la consolidación o escindir el fragmento, en aquellos pacientes en los que se asocie clínica de dolor, pero no de forma sistemática (78).

Las lesiones óseas más proximales implican un tratamiento algo distinto, pero con una valoración similar de la ARCD. Tras una fractura-luxación de Galeazzi, se considera que el tratamiento quirúrgico es de elección, debido a las fuertes fuerzas de deformación presentes, que impedirían una correcta resolución de la fractura con un tratamiento conservador, y por lo tanto unos pobres resultados funcionales. Por ello, una vez estabilizado el radio, se valora la estabilidad de la ARCD, y solo en caso de inestabilidad, se determina una intervención sobre la misma. La lesión de Essex-Lopresti incluye una fractura de cabeza radial asociada a una lesión de la ARCD y de la membrana interósea. De la misma manera que en el Galeazzi, una vez solucionado el problema de la cabeza radial, es esencial valorar la estabilidad de la ARCD para determinar la necesidad de tratamiento quirúrgico adicional sobre la misma (4). En ambos casos, parece claro que, una vez estabilizada la lesión ósea, si la articulación es estable, el tratamiento de la luxación se reduce a la inmovilización (48).

1.5.3 TRATAMIENTO DE LA INESTABILIDAD CRÓNICA

1.5.3.1 TÉCNICAS DE SALVAMENTO

La resección de la cabeza cubital (actualmente conocido como procedimiento de Darrach), se describe en 1855 y se populariza en 1913 (79) (80).

El procedimiento de Darrach (figura 10) ha sufrido diferentes modificaciones a lo largo de los años, buscando evitar las complicaciones asociadas a la técnica tradicional. Algunas buscan añadir la interposición de tejidos blandos con el objetivo de reducir la inestabilidad del muñón distal del cúbito, como en el caso de Tulipan et al., que lo proponen con el retináculo del ECU, obteniendo unos resultados que mejoran claramente el procedimiento clásico (81).



Figura 10. Ejemplo de procedimiento de Darrach (Riggembach⁴³).

En los estudios de Breen y de Chu, también se usa el ECU para estabilizar el cúbito, pero en este caso el tendón, obteniendo resultados superiores al Darrach clásico (82) (83).

Posteriormente, se describió la técnica de Sauvé-Kapandji (figura 11), que combina la artrodesis de la ARCD y la creación de una pseudoartrosis del cúbito distal (84). Suele usarse más en pacientes jóvenes, porque al conservar la cabeza cubital, teóricamente mantiene la ARCD y por lo tanto estabiliza el carpo y previene posibles desplazamientos del mismo, más probables con la técnica de Darrach, reservada para pacientes con menor demanda funcional (50).



Figura 11. Ejemplo de procedimiento de Sauvé-Kapandji (Katt⁵⁰).

En 1985, Bowers describe una técnica en la que realiza una artroplastia de hemirresección de la cabeza cubital con interposición tendinosa en la zona resecada (85).

El hecho de que estos tratamientos tienen unos resultados dispares y poco predecibles se puso de manifiesto en 2011 por Nikkah et al, que preguntaron si los pacientes intervenidos con una técnica de Sauvé-Kapandji están mejor que los intervenidos por una técnica de Darrach (86). Hoy en día, esta pregunta sigue sin estar claramente respondida (50).

1.5.3.2 RECAMBIO PROTÉSICO

En la actualidad, hay descritos numerosos modelos de prótesis de la ARCD, tanto para protetizar la articulación completa como para realizar sustituciones aisladas de la cabeza cubital. En general, este tipo de tratamientos tiende a reservarse para pacientes con importante degeneración articular. Todos los estudios relacionados con el análisis de los resultados de estas artroplastias tienen resultados dispares, con diferentes tipos de seguimiento y diferentes grupos poblacionales, por lo que compararlos es difícil y no se puede concluir que los resultados funcionales sean plenos, aunque sí parece haber

suficiente evidencia de que hay una mejoría respecto al estado prequirúrgico previo (50).

En cuanto al tratamiento protésico de la ARCD, existen diferentes modelos de prótesis parciales (en los que se sustituye solo la cabeza cubital), totales (en los que se sustituye también la escotadura sigmoidea del radio) o de recubrimiento. La mayoría de los implantes no sustituyen la función del CFCT, y en general tienen tasas de complicaciones altas, son altamente exigentes en cuanto a su implantación y los resultados a largo plazo son discutibles y poco comparables entre sí. Sin embargo, pueden ser útiles en pacientes con procesos degenerativos establecidos en los que otro tipo de tratamiento no es posible, y se quiera evitar una cirugía de salvamento como sería un procedimiento de Darrach o de Sauvé-Kapandji (11).

En términos generales, se puede decir que la tasa de infección es baja (0.5%) y que el principal problema de estos implantes es la inestabilidad y la osteolisis. Por otro lado, los estudios existentes indican una alta tasa de satisfacción de los pacientes, por la reducción del dolor y el adecuado rango de movilidad (87).

1.5.3.3 RECONSTRUCCIÓN LIGAMENTOSA

En cuanto a las técnicas de reconstrucción ligamentosas, hay descritas diversas técnicas no anatómicas, que han caído en desuso en los últimos años debido a la aparición de las técnicas de reconstrucción anatómicas, que permiten un mejor resultado y menores pérdidas de fuerza y movilidad.

La reconstrucción anatómica de los ligamentos radiocubitales distales es hoy día la técnica más usada en el tratamiento de la inestabilidad radiocubital distal cuando no es posible la reparación del CFCT (6). La técnica fue descrita por Adams en el año 2000, y es una cirugía que busca recuperar la estabilidad de la ARCD mediante la recreación de los ligamentos volar y dorsal del CFCT. La técnica de Adams usa el palmaris longus como autoinjerto y reconstruye los ligamentos radioulnares volar y dorsal (88). En la cirugía se reconstruyen ambos ligamentos radiocubitales mediante un túnel que atraviesa el radio distal vecino a la escotadura sigmoidea y otro que atraviesa la fóvea del cúbito, por el que se pasa un autoinjerto de palmar menor y se sutura sobre sí mismo

(figura 12) (89). Posteriormente se hizo una modificación evitando el paso de la técnica de Adams en el que se rodea el cuello del cúbito y haciendo una sutura directa al periostio del cúbito (figura 13) (90). Adicionalmente, se ha descrito la posibilidad de realizar esta técnica modificada vía artroscópica (91).

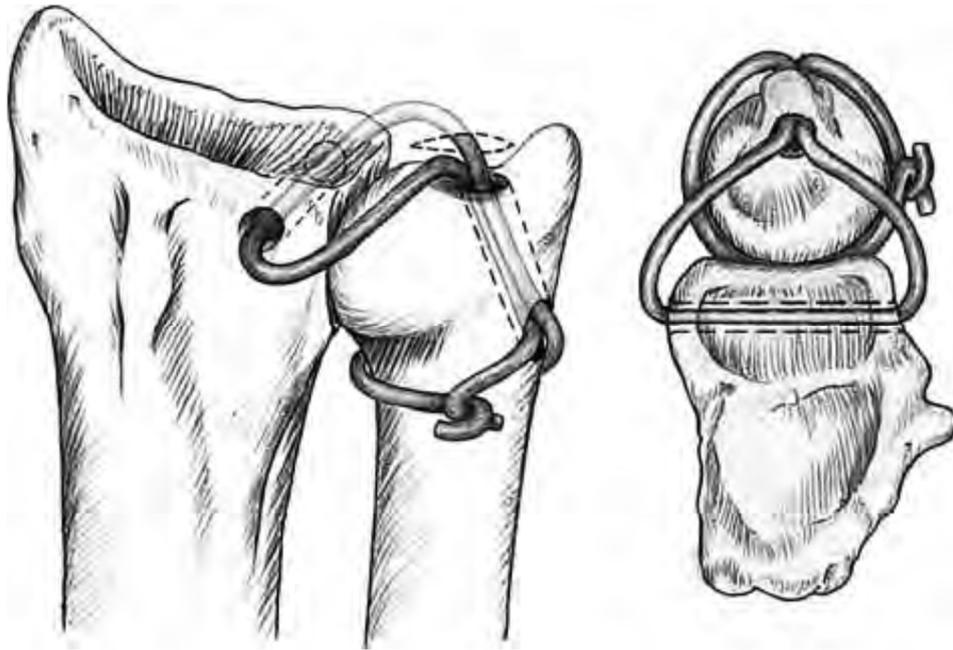


Figura 12. Técnica de Adams (Adams⁸⁹).

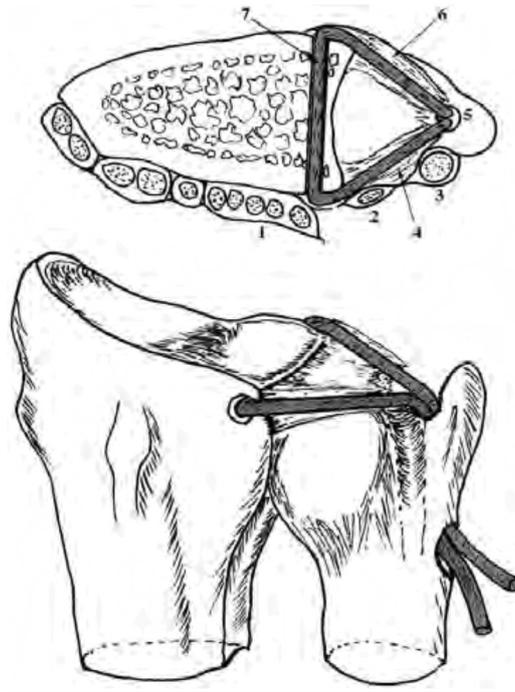


Figura 13. Técnica de Adams modificada por Theo (Teoh⁹⁰).

La técnica de Scheker reconstruye el ligamento radiocubital dorsal con autoinjerto de palmar menor o plantar delgado. Mediante la conexión de diferentes túneles en radio y cúbito, por los que pasa el injerto, reconstruye el ligamento y fija el injerto sobre sí mismo (92). Posteriormente, hizo una modificación de su técnica (figura 14) para la reconstrucción del ligamento radiocubital volar en inestabilidades volares o mixtas, cambiando únicamente la dirección del túnel distal del radio y manteniendo el resto de la técnica igual (93).

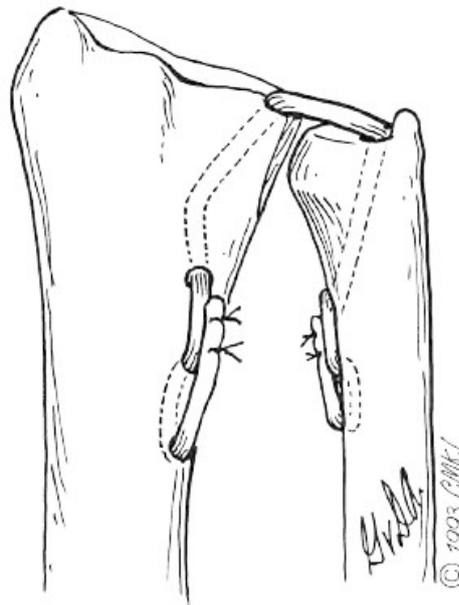


Figura 14. Técnica de Scheker (Scheker⁹³).

1.5.3.4 TRATAMIENTO SOBRE EL CFCT

La reinserción o reparación del CFCT suele ser el tratamiento de elección en las lesiones de éste, en aquellos casos en los que hay clínica asociada, que no tiene por qué ser necesariamente de inestabilidad de la ARCD, ya que puede ser dolor, pérdida de fuerza o de movilidad (94). De hecho, hay estudios que sugieren que la reparación aislada del CFCT no es suficiente para el tratamiento de la inestabilidad de la ARCD (95).

La reconstrucción ligamentosa del CFCT debe intentar siempre ser lo más precisa posible y mantener la importancia anatómica y biomecánica de la fóvea. Así, si es precisa

una reducción abierta de la ARCD, es mandatorio intentar una reinserción del CFCT en la fovea, ya sea mediante arpones o túneles óseos (47).

Una vez se decide un tratamiento directo sobre el CFCT, revisiones sistemáticas no aportan conclusiones claras para favorecer el tratamiento abierto frente al artroscópico en términos de inestabilidad de la ARCD y en valoraciones funcionales, por lo que el uso de una u otra técnica, hoy en día, no tiene una evidencia clara de una frente a la otra (96) (97).

Tras una fractura de EDR que ha sido convenientemente tratada y estabilizada, la reconstrucción del CFCT no tiene una evidencia suficiente como para considerarse necesaria de ordinario (96) (98) (99). Es por eso, que la reconstrucción sistemática vía artroscópica o abierta del CFCT tras una adecuada reducción y estabilización del radio distal no compensa los riesgos y comorbilidades asociados a la técnica (100), especialmente en aquellos casos con integridad de la BOD (12) (101) (102). Sin embargo, otros tratamientos menos agresivos, como la inmovilización y la estabilización temporal con aguja de Kirschner pueden ser una opción para tener en cuenta (103) (104) (105).

1.5.3.5 RECONSTRUCCIÓN DE LA BOD

Existen diversos métodos de reconstrucción de la MI, que no se centran en su parte más distal. Estos métodos están descritos con diversos injertos, como pronador cuadrado, palmar mayor, semitendinoso, tendón rotuliano y palmar menor, pero suelen ser cirugías complejas y con resultados variables (17).

Sin embargo, desde la descripción de la BOD, han surgido diferentes técnicas que buscan su reconstrucción, dada la estabilidad que ha demostrado proveer a la ARCD.

Riggembach et al. describen una técnica de reconstrucción en 2013 en la que usan cualquier tendón disponible sin delimitar uno en concreto (flexor carpi radialis longus, extensor propio del índice, etc.). En su técnica se precisa una incisión de 6cm, reconstruyendo la BOD a través de dos túneles óseos a 3-5mm de la cortical de cúbito y radio, estabilizando el injerto con una sutura tipo Pulvertaft (figura 15) (20) (43).



Figura 15. Reconstrucción de la BOD según Riggembach (Rigembach⁹³).

Brink y Hannemann, también en 2015 presentan su técnica, en la que usan palmar largo, y en el caso de no haber, usan palmar mayor. Disecan completamente el tendón y realizan túneles a nivel de radio y cúbito con una broca de 5mm. Posteriormente el cúbito lo fijan con un tornillo, pero el radio queda estabilizado con un nudo realizado sobre el propio tendón. Describen buenos resultados en el seguimiento basándose en la variabilidad en los cuestionarios DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand / Discapacidades del brazo, hombro y mano) y PRWHE (Patient rated wrist and hand evaluation / Evaluación de la muñeca y la mano calificada por el paciente) (106).

En otro estudio, Aita et al. describen una nueva técnica y hacen un estudio clínico, en el que valoran el rango de movimiento, la variación del cuestionario DASH y de la Escala Visual Analógica (VAS), la reducción radiográfica, las complicaciones y el

tiempo de reincorporación al trabajo. En la técnica que describen se usa el braquioradialis como autoinjerto, con la pérdida completa del mismo y se reconstruye la BOD con una inclinación distinta a la anatómica y se estabiliza con tornillos de biotenisión y una aguja de Kirschner, que posteriormente hay que retirar (figuras 16 y 17). Ellos describen buenos resultados funcionales y satisfacción del paciente, pero con complicaciones sobre todo por la aguja de Kirschner (17).

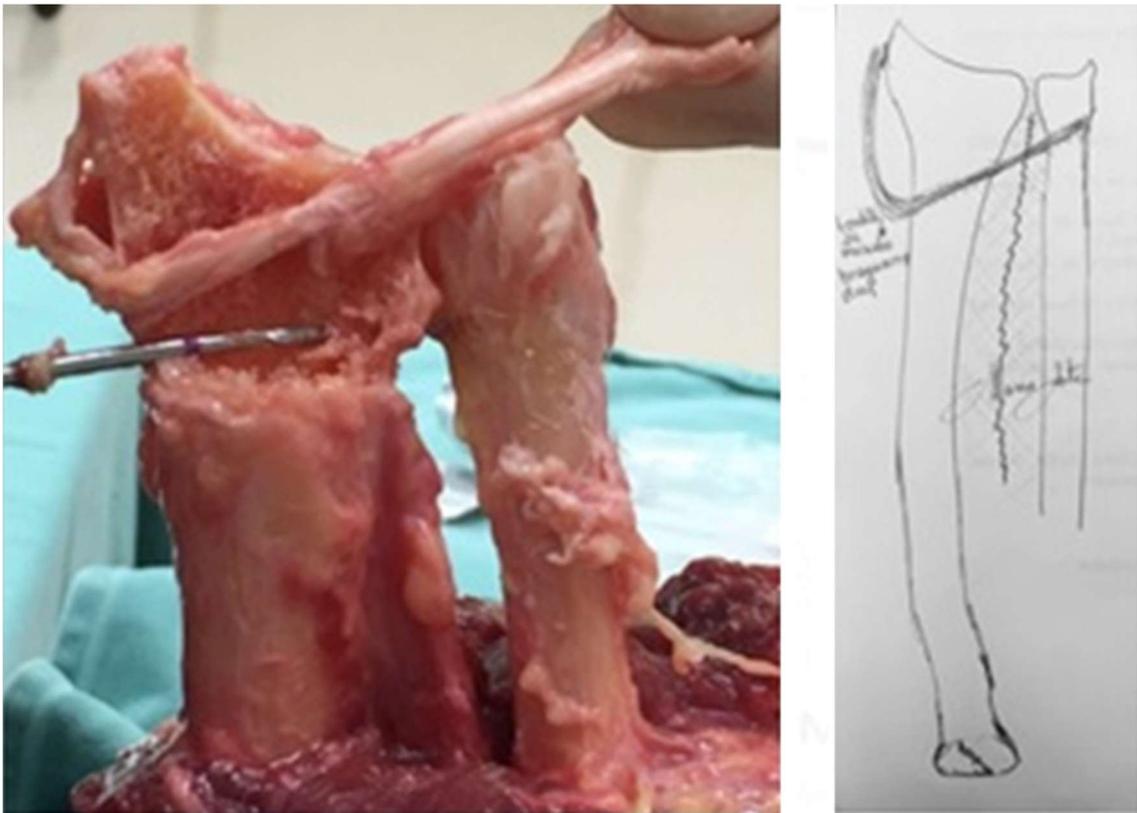


Figura 16. Reconstrucción de la BOD según Aita (Aita¹⁷).

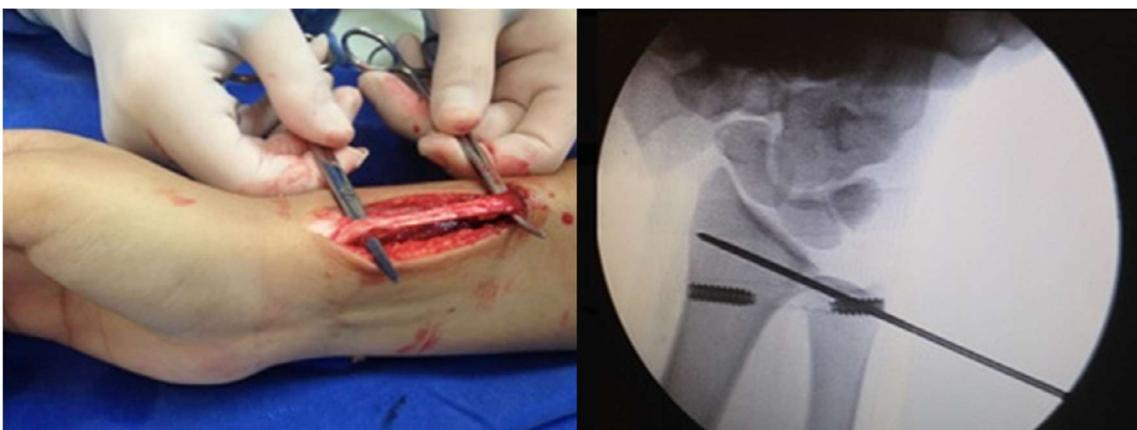


Figura 17. Técnica de Aita, obtención del injerto y radioscopia con fijación definitiva (Aita¹⁷).

En el año 2016 García-Reyes describe una reconstrucción mínimamente invasiva de la BOD, para lo que utiliza autoinjerto del palmar mayor. Utiliza un implante en el que aloja el injerto, lo dispone en el interior del radio y lo fija al cúbito con un tornillo de biotenedesis (107) (Figura 18). En 2017 De Vries describe un procedimiento para reconstruir la BOD con un sistema de sutura-suspensión de forma percutánea (108). La disposición del implante es anatómica y también presenta buenos resultados (figura 19) (109).

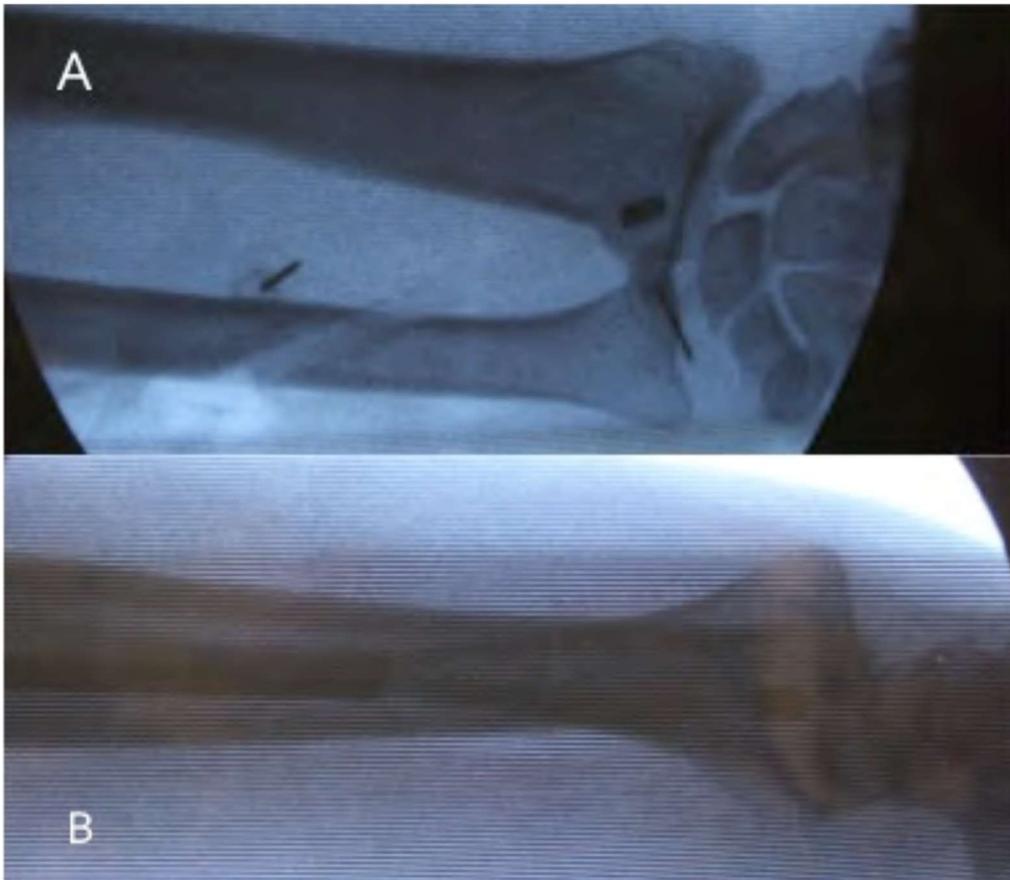


Figura 18. Radiografía postoperatoria de la técnica de reconstrucción de García-Reyes (García-Reyes¹⁰⁷).

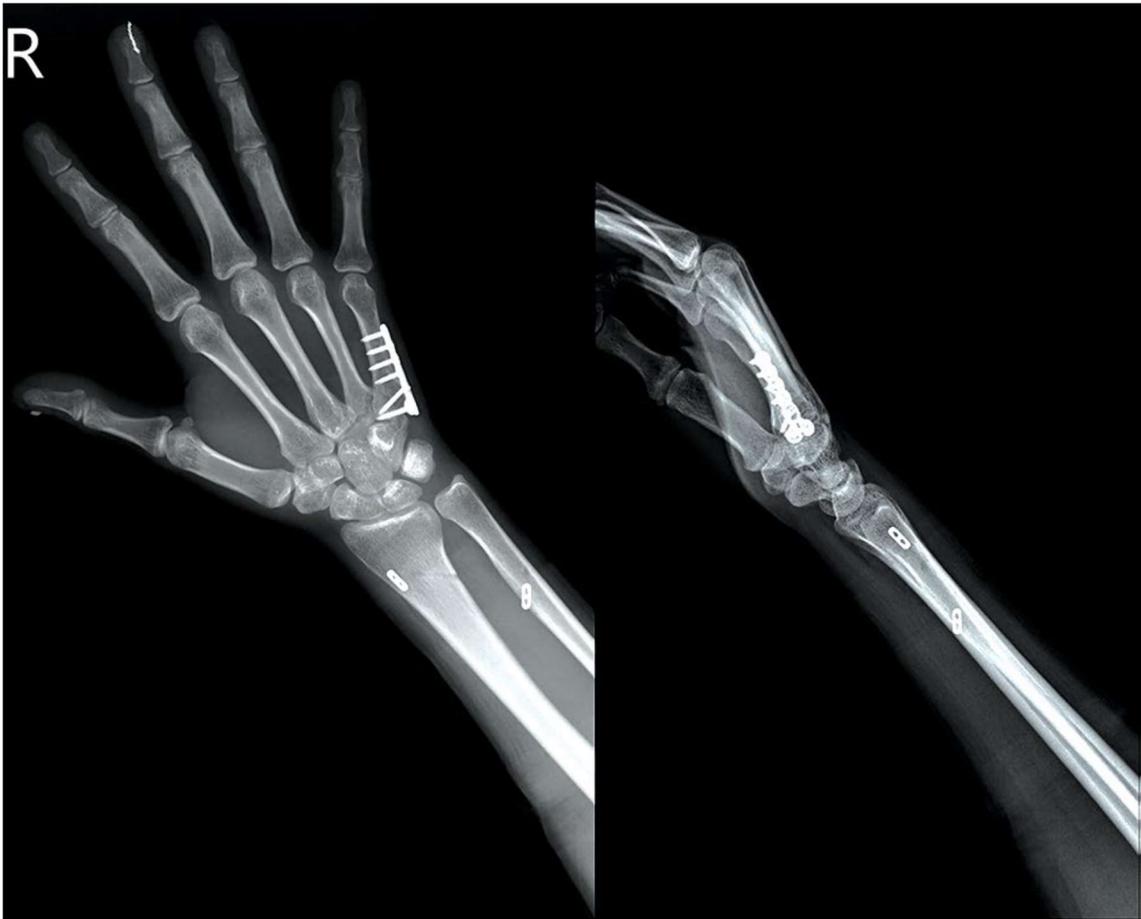


Figura 19. Radiografía de la reconstrucción de la BOD según De Vries (Hsiao¹⁰⁹).

2. HIPÓTESIS

La banda oblicua distal de la membrana interósea es un estabilizador principal de la articulación radiocubital distal.

3. OBJETIVOS

1. Estudiar el papel estabilizador de la BOD en la estabilidad de la ARCD.
2. Comprobar que la reconstrucción aislada de la BOD es suficiente como tratamiento de la inestabilidad radiocubital distal.
3. Proponer una técnica quirúrgica mínimamente invasiva para la reconstrucción de la banda oblicua distal, que aporte estabilidad, seguridad y reproducibilidad.
4. Presentar el resultado clínico de la técnica propuesta en pacientes afectados de inestabilidad radiocubital distal.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1 MATERIAL

El estudio se desarrolló en tres fases sucesivas. En la primera fase se estudió el papel estabilizador de la BOD sobre la ARCD mediante el estudio biomecánico sobre tres especímenes cadavéricos en fresco (110). En una segunda fase, se describió la técnica quirúrgica para la reconstrucción de la BOD y se desarrollaron los elementos quirúrgicos necesarios para llevarla a cabo (111). En la tercera fase, se realizó la técnica y se comprobaron sus resultados en cadáver para, posteriormente, aplicarla en pacientes afectados de inestabilidad radiocubital distal.

4.1.1 ESPECÍMENES

El estudio biomecánico se realizó en el Instituto de Biomecánica de Valencia. Para la realización del estudio se dispuso de tres miembros superiores cadavéricos (MU18-0207, MU18-0208 y MU18-0210), que incluían mano, antebrazo y mitad distal de brazo. A los tres especímenes se les hizo una ecografía preoperatoria para determinar la presencia de la BOD, como se ha demostrado en la literatura (66). Su disección posterior evidenció integridad del CFCT y se confirmó la presencia de la BOD (figura 20). Los especímenes se encontraban congelados a -25°C y fueron descongelados a temperatura ambiente antes de los procesos de medición. Posteriormente, el trabajo se realizó con unas condiciones de $22-23^{\circ}\text{C}$ y una humedad controlada entre 39-41%.

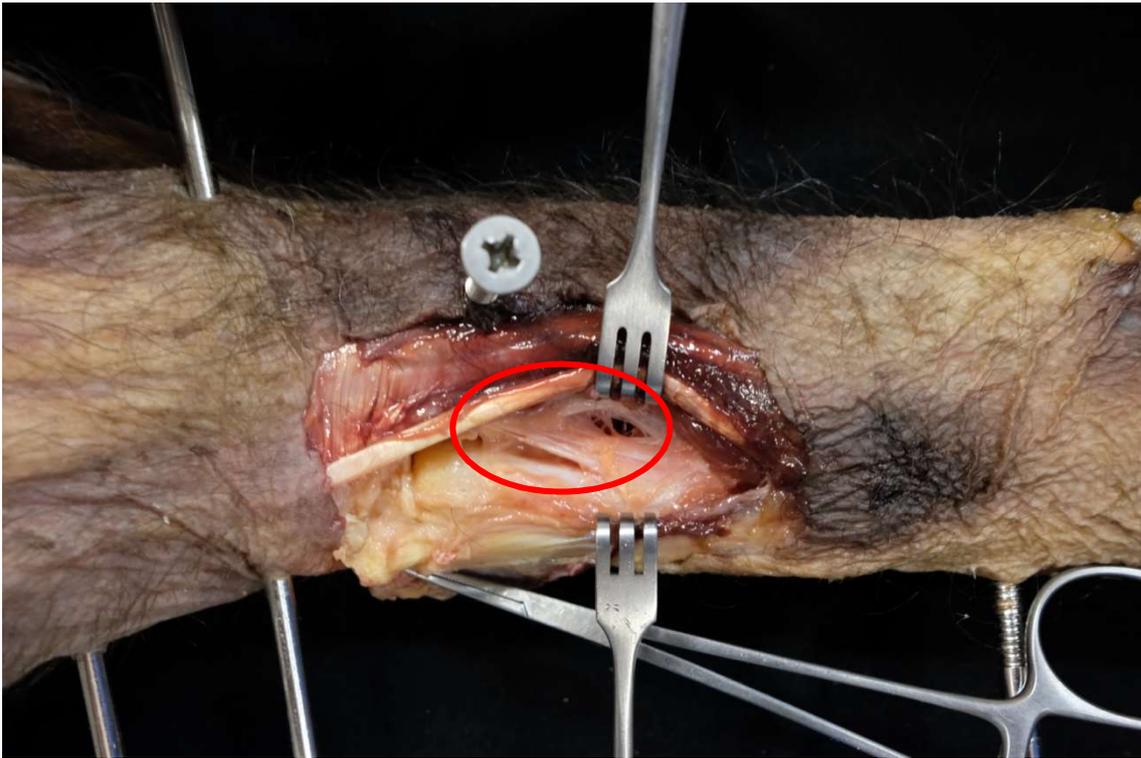


Figura 20. Presencia de la BOD

4.1.2 TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA

Previa a la realización de cualquier acto quirúrgico, realizamos una ecografía preoperatoria para determinar la localización de la unión miotendinosa proximal del ECRL, así como el tendón de éste a nivel distal. Una vez localizados ambos puntos, pueden hacerse marcas guía en la piel, como se observa en la figura 21. Adicionalmente, la realización de una artroscopia de muñeca previa puede ayudar a confirmar la presencia de una lesión no reparable del CFCT y la no degeneración de la ARCD.

Una vez realizados estos dos pasos previos se procede a la intervención. El paciente es colocado en decúbito supino sobre una mesa operatoria, con el miembro superior en abducción de 90° y el antebrazo en pronación. Se pondrá el miembro superior del paciente sobre una mesa de mano auxiliar radiotransparente unida a la mesa operatoria principal. El cirujano principal se coloca en el lado que queda en el costado del paciente, de frente al miembro superior del paciente, mientras que el ayudante estará justo enfrente del cirujano principal. El instrumentista estará localizado al costado del cirujano principal, más allá de la mano del paciente. Como apoyo, se usará

un radioscopio que estará al costado del cirujano ayudante y en frente del instrumentista. La pantalla de este se colocará en el lado contralateral del enfermo, pudiendo ser visualizada fácilmente por todo el equipo quirúrgico.

Una vez realizada isquemia quirúrgica con manguito neumático a nivel del tercio medio del brazo, se puede comenzar el acto quirúrgico. Se realiza una incisión en el lado dorsorradial de la muñeca, a nivel de la apófisis estiloides del radio, donde previamente se había localizado ecográficamente el ECRL (figura 22). Tras identificarlo, se disea y se referencia con un vessel loop. El tendón se marca para un grosor de unos 3,5-4mm desde el lado radial y se divide con un bisturí del número 11, sujetando el lado radial del hemitendón con un bucle de alambre (figura 23). Realizado este primer tiempo, se hace una nueva incisión de 2 cm a nivel de la señalización ecográfica previa, donde se encuentra la unión miotendinosa del ECRL. Desde esta incisión, se introduce una pinza artroscópica de agarre con el objeto de recuperar el bucle de alambre distal hasta la incisión proximal, de tal manera que se consiga la sección longitudinal del tendón (figuras 24 y 25). El hemitendón obtenido, es seccionado a nivel proximal y recuperado en su completa longitud a nivel distal (figura 26).



Figura 21. Marcas guía en la piel y disposición que llevará la reconstrucción.



Figura 22. Localización del ECRL a nivel distal

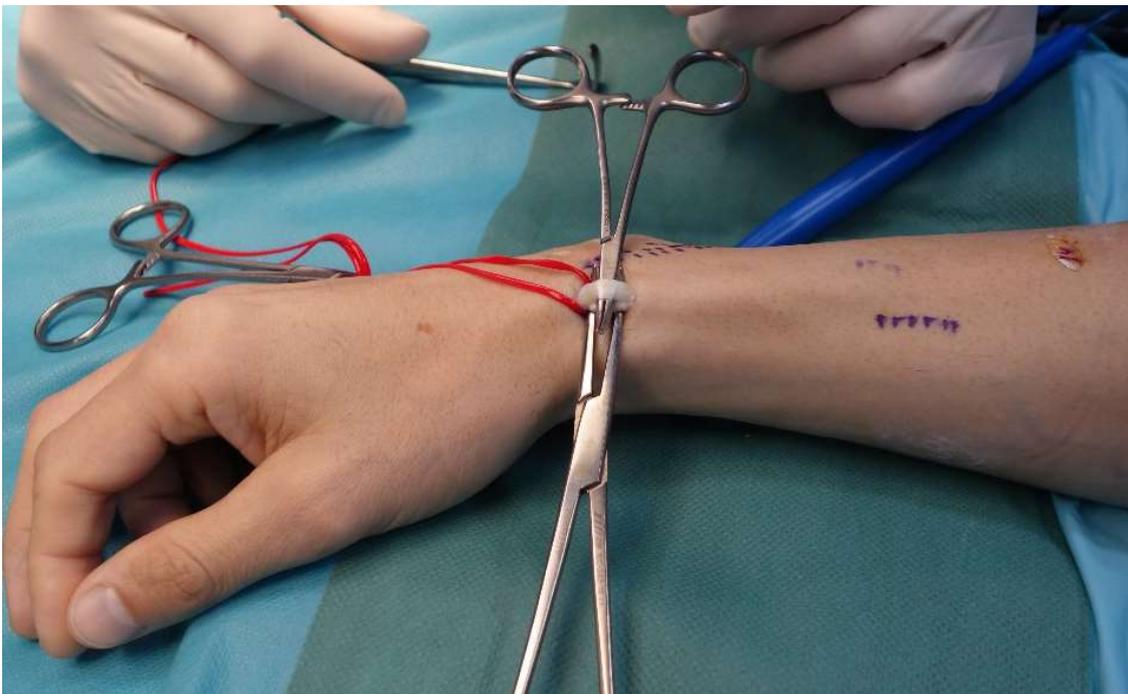


Figura 23. División del ECRL

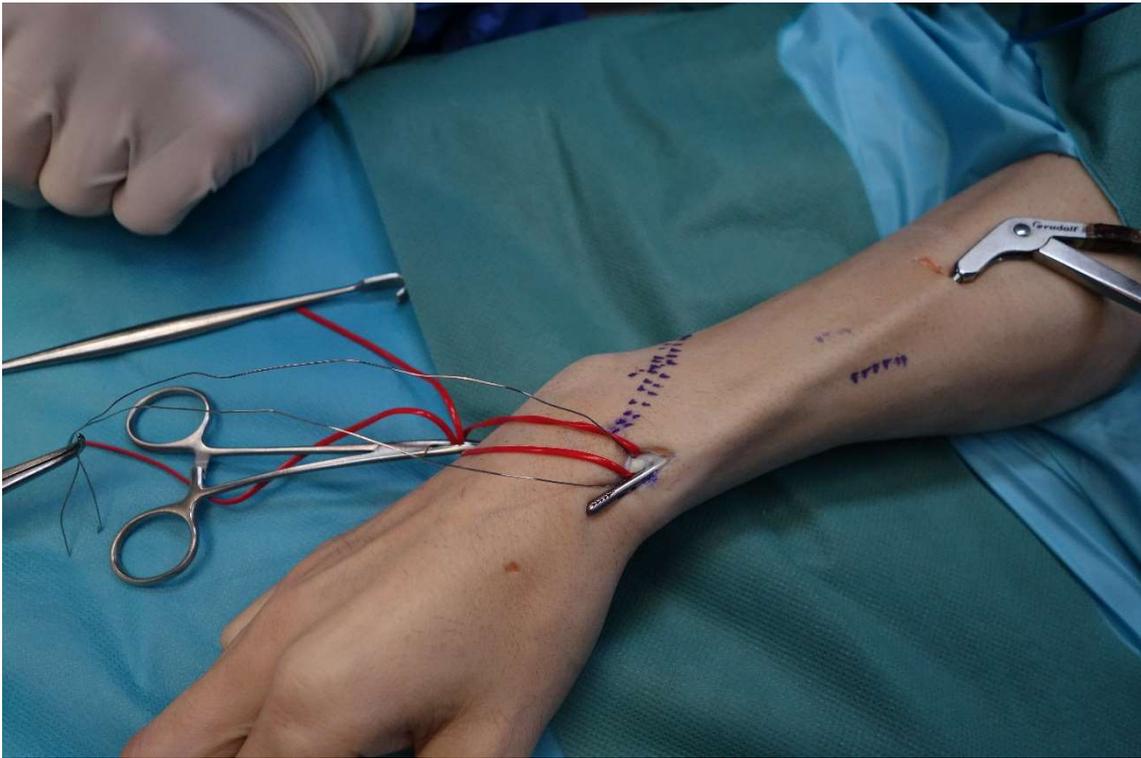


Figura 24. Pinza de agarre desde proximal para recoger el bucle de alambre.



Figura 25. Pasada del bucle de alambre para obtener el hemitendón.



Figura 26. Longitud completa del hemitendón.

A continuación, se realizará un túnel óseo en el radio y otro en el tercio distal de la diáfisis cubital según las descripciones anatómicas previas propuestas en la literatura. Esta tunelización se realiza con la ayuda de una guía en C percutánea (Arthrex, Naples, Florida, US) y bajo control de radioscopia. Con la ayuda de un goniómetro se obtiene la oblicuidad adecuada, que será de 50° a la epífisis distal del radio. En primer lugar, y a través de la guía en C con la oblicuidad previamente calculada, se pasa una aguja de Kirschner de 2.4mm desde la estiloides radial hasta la cara medial del radio, proximal a la fosa sigmoidea (figura 27). Una vez insertada la aguja, se usa una broca canulada de 4mm a través de la misma, hasta justo atravesar la segunda cortical del radio, evitando el daño iatrogénico de la membrana interósea. A través de la misma guía en C, sin cambiar su orientación, pero desde el otro sentido y previa incisión percutánea de la piel, se realiza el mismo procedimiento a través del cúbito (figura 28). Una vez realizados los dos brocados bajo control de radioscopia, se introduce a través de la guía un pasador de suturas (bucle de alambre, suture lasso o similar) que se usará como transportador, atravesando completamente los dos túneles, hasta ser visible de forma externa a través de los dos lados de la piel.

En este momento, la plastia de hemitendón se prepara con un refuerzo de sutura no reabsorbible de alta resistencia, siguiendo una técnica de Krakow desde su extremo libre (figura 29). Así, el injerto es recuperado por el lado cubital a través de los túneles con la ayuda del pasador de suturas previamente preparado (figuras 30, 31 y 32).



Figura 27. Radioscopia con la aguja guía insertada en el radio.

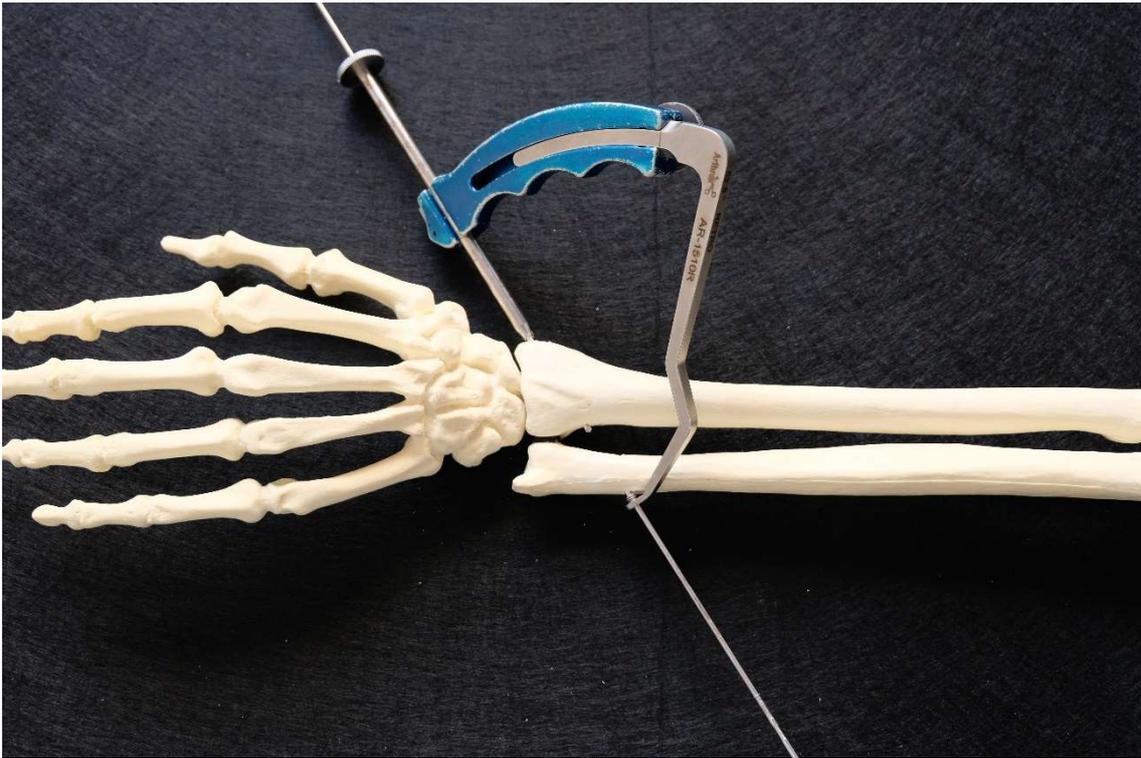


Figura 28. Disposición de las dos agujas guía a través de la guía en C sobre fantoma respetando el espacio interóseo.



Figura 29. Refuerzo del injerto con sutura tipo Krakow.

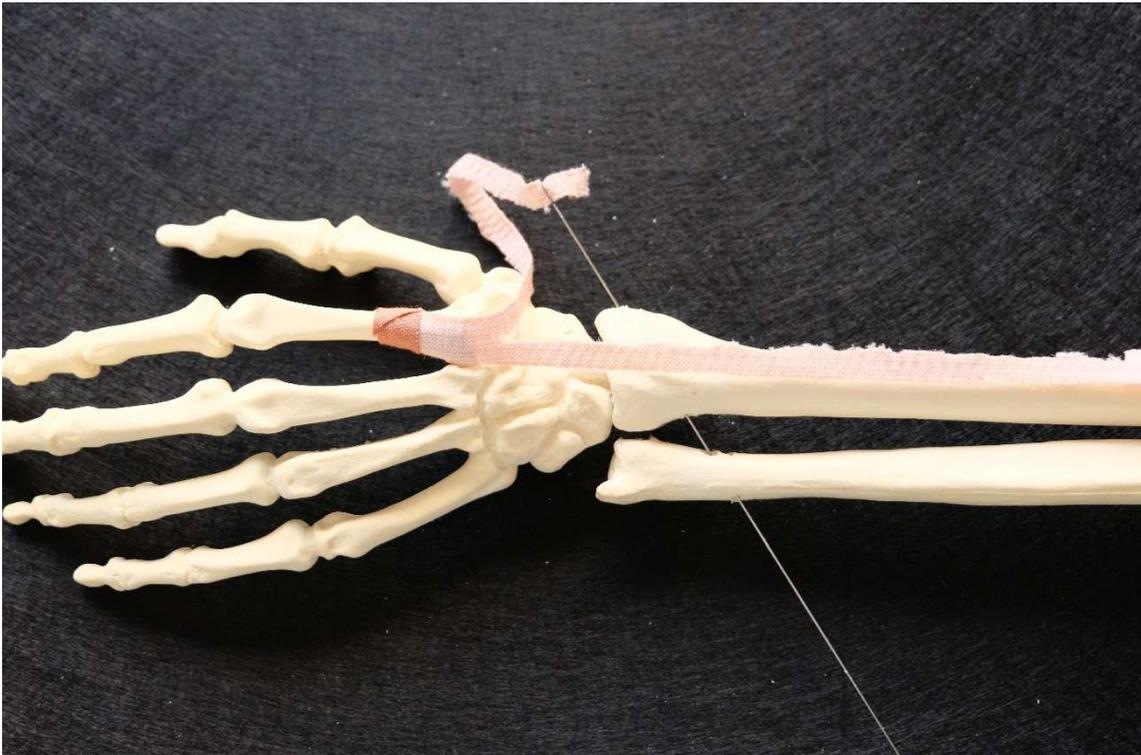


Figura 30. Fantoma que muestra el pasador de suturas con hemitendón preparado

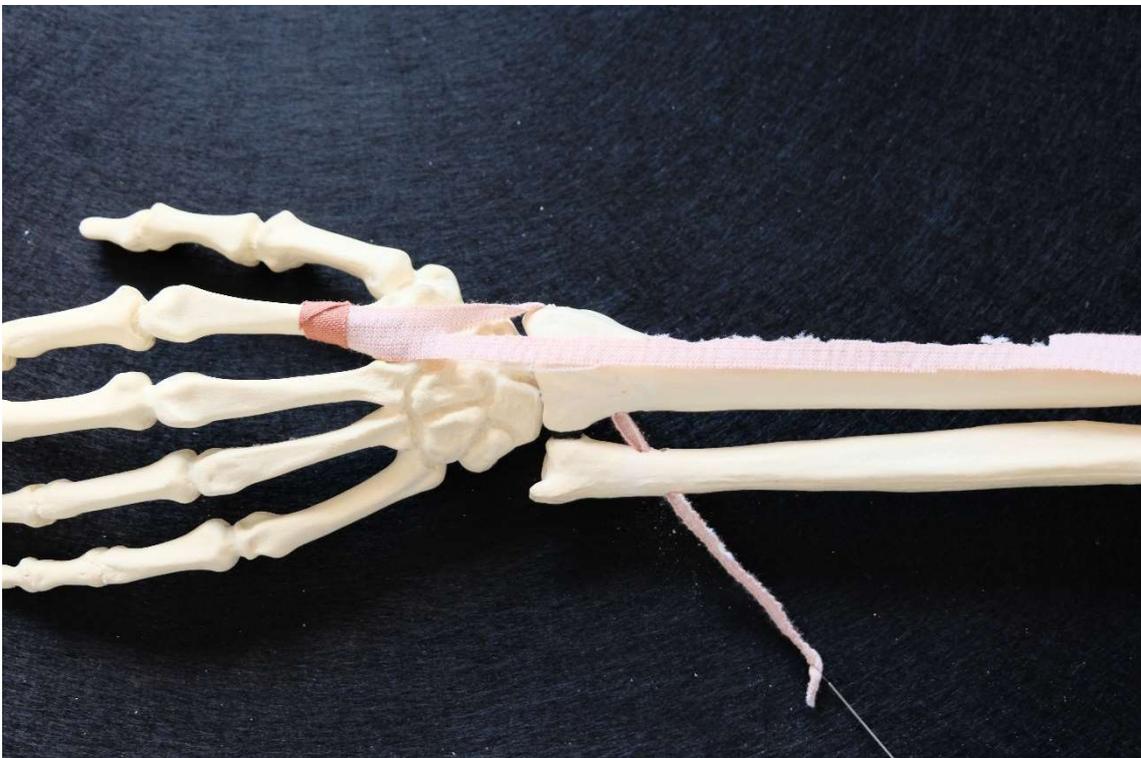


Figura 31. Esquema sobre fantoma con el hemitendón reconstruyendo la BOD.



Figura 32. Autoinjerto una vez reconstruida la BOD.

La plastia se fija a nivel radial y cubital con sendos tornillos interferenciales de biotenodesis de 4 x 10mm con el antebrazo a 60º de supinación (figura 33). Finalmente, el hemitendón se secciona de su unión en el radio, dejando el injerto totalmente independiente del ECRL. En la figura 34 se puede ver una radiografía postoperatoria en la que se aprecian los túneles óseos por los que discurre el injerto, en la misma disposición que la BOD nativa.



Figura 33. Fijación del injerto con tornillo de biotenodesis.

Las heridas se cierran por planos, y el miembro intervenido se inmoviliza con una férula de yeso braquiopalmar en pronosupinación media durante 4 semanas. Posteriormente, se pasa a una férula antebraquiopalmar durante 2 semanas más. Se puede comenzar con ejercicios de flexoextensión de codo, evitando pronosupinación. 6 semanas después de finalizada la inmovilización, se puede realizar balance articular completo, demorando los ejercicios de carga hasta las 12 semanas, previa confirmación del balance articular completo y la estabilidad de la ARCD.



Figura 34. Radiografía postoperatoria.

4.1.3 PACIENTES

4.1.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Fueron incluidos todos aquellos pacientes que cumplieron con los siguientes requisitos:

- Mayoría de edad.
- Pacientes con clínica de inestabilidad radiocubital distal crónica, y que además contaran con al menos un test clínico positivo (ballotment test, press test, signo de la tecla de piano o signo de la fóvea) y con una prueba radiológica congruente con la presencia de inestabilidad de la ARCD.
- Consentimiento para la cirugía.

4.1.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Fueron excluidos todos aquellos pacientes que presentaban alguno de los siguientes criterios:

- Contraindicación anestésica para someterse al proceso.
- Presencia de procesos oncológicos o infecciosos locales.
- Negativa del paciente a someterse a la cirugía o firmar el consentimiento.

4.1.3.3 PACIENTES OPERADOS

Una vez diseñada la técnica, y realizado el estudio biomecánico se realizó la misma en un total de doce pacientes afectos de inestabilidad radiocubital distal crónica. Los doce pacientes eran mayores de edad y dieron su consentimiento para la cirugía, que fue realizada siempre por el mismo cirujano ortopédico, especialista en cirugía de muñeca y mano. Se hizo una entrevista a todos los pacientes intervenidos al año de la cirugía.

4.2 MÉTODO

4.2.1 ESTUDIO BIOMECÁNICO

Los tres especímenes cadavéricos fueron sometidos a la misma secuencia de medición, desestabilización progresiva y reconstrucción.

De esta forma, se subdividió el proceso en seis fases, que se describen a continuación. En la primera fase, llamada fase A se hacen las mediciones con el espécimen intacto. En la fase B, se realiza la desinserción del complejo fibrocartílagos triangular. En la fase C, se añade la sección de la banda oblicua distal, presente en los 3 especímenes. Posteriormente en la fase D, se repara el CFCT. En la fase E, se añade la reconstrucción con la plastia propuesta de la BOD. Por último, en la fase F, manteniendo la reconstrucción de la BOD, se procede de nuevo a la desinserción del CFCT, para ver el

efecto aislado de la técnica quirúrgica propuesta. En la tabla I se puede observar esquemáticamente el resumen de las diferentes fases.

Tabla I. Resumen de las diferentes fases del ensayo

FASE	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA ENSAYO
A	Espécimen intacto.	Intacto
B	Sección del CFCT.	Rot_FCT
C	Con el CFCT seccionado en la Fase B se procedió a la rotura de la banda oblicua distal (BOD).	Rot_Membrana
D	Reparación del CFCT.	Rep_FCT
E	Reparación de la BOD, tras reparación del CFCT.	Rep_Membrana_FCT
F	Sección de la reparación del CFCT con el objetivo de observar la reparación de la BOD de forma aislada.	Rep_Membrana

4.2.1.1 TÉCNICA QUIRÚRGICA SOBRE ESPÉCIMEN CADAVÉRICO

En primer lugar, y una vez colocada la pieza cadavérica y hechas las mediciones de la fase A (que se explicarán en el ensayo de estabilidad), se procede a desinsertar el CFCT (figura 35), seccionando los ligamentos radiocubitales dorsal y volar de su inserción cubital (inserción profunda e inserción superficial). Una vez realizadas las mediciones de la fase B, se desinserta la BOD separándola subperióticamente del cúbito en su totalidad, para poder realizar las mediciones de la fase C (figura 36). Para la fase D, se reinserta el CFCT, haciendo una sutura transósea en la estiloides cubital con sutura altamente resistente.

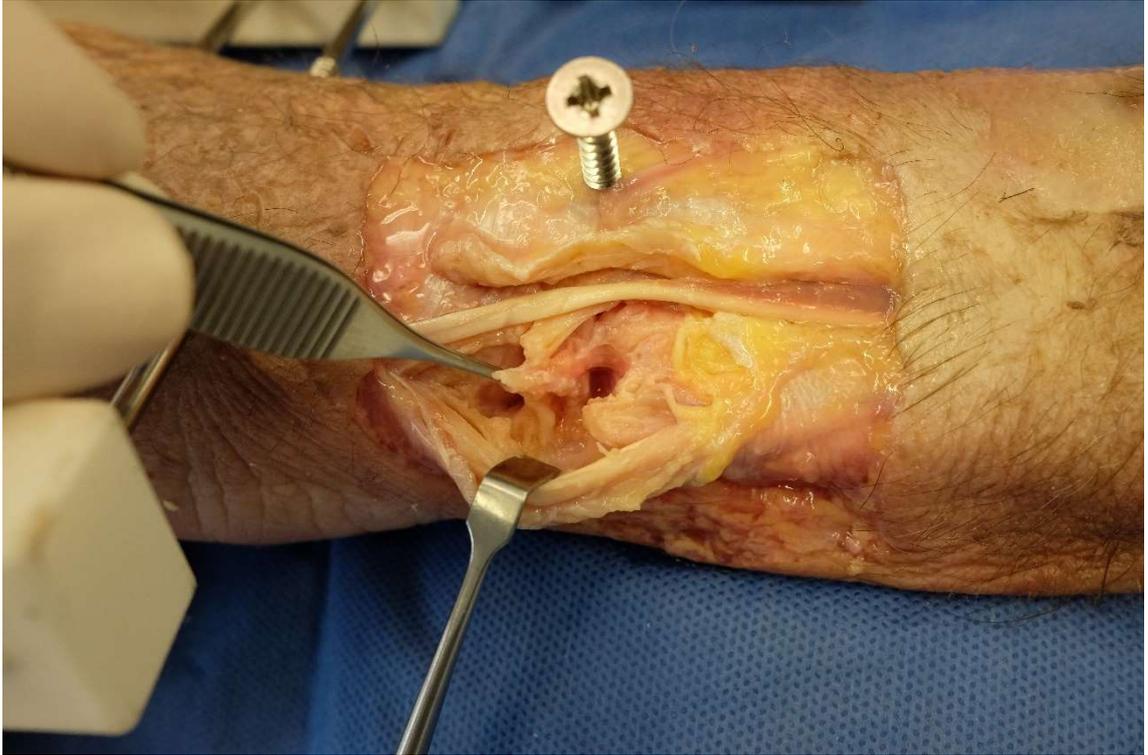


Figura 35. Desinserción del CFCT



Figura 36. Desinserción de la BOD.

En la fase E realizamos la nueva técnica quirúrgica propuesta, que se detalla con profundidad en el apartado “4.1.2 Técnica quirúrgica propuesta”. Para finalizar la fase F del ensayo, se corta la sutura de anclaje del CFCT para que sea la plastia propuesta la única fuente de estabilización.

4.2.1.2 ENSAYO DE ESTABILIDAD

Para cada condición se realizó el montaje que describiremos a continuación. Los equipos utilizados para llevar a cabo todos los ensayos han sido una máquina de ensayos modelo INSTRON 8874/711 y un pie de rey calibrado. Todas las técnicas quirúrgicas realizadas fueron llevadas a cabo por el mismo cirujano ortopédico especialista en cirugía de mano y con los mismos materiales.

Se realizó una fijación de la mano a un elemento auxiliar mediante 2 agujas de Kirschner transfixiantes sobre los metacarpianos segundo al quinto (figura 37). Este elemento auxiliar se ancló a la máquina de ensayos. Para el antebrazo se insertó un pin de 5mm en la diáfisis del cúbito fijándolo a la bancada de la máquina de ensayos para evitar cualquier tipo de rotación en el cúbito. El húmero quedó estabilizado mediante una mordaza a modo de sándwich a la máquina de ensayos con el objetivo de mantener el húmero y antebrazo a 90° de flexión a nivel del codo durante la realización de los ensayos. Además, se implantó un tornillo a nivel del tercer compartimento extensor de la muñeca, con dirección vertical para medir los movimientos de translación volar y dorsal respecto a un elemento fijo de la máquina (figura 38).

Las mediciones se realizaron tomando como puntos de referencia un elemento metálico fijo que rota fijado al motor, por lo que la distancia es fija; y como segundo punto de referencia la punta del tornillo insertado en el tercer compartimento extensor. Así, cada medición se toma entre estos dos puntos con el pie de rey calibrado.



Figura 37. Preparación de la pieza cadavérica.



Figura 38. Montaje y fijación de la pieza cadavérica en el motor

El modo operatorio para cada una de las fases ha sido:

1) Montaje del brazo en la máquina de ensayos en posición neutra y toma de medidas de la traslación volar y dorsal.

2) Aplicación de 60° de supinación. En esta posición se realizan las medidas de traslación volar y dorsal.

3) Aplicación de 60° de pronación. En esta posición se realizan las medidas de traslación volar y dorsal.

Las mediciones se realizaron 3 veces en cada posición.

Las posiciones de 60° de pronación y de 60° de supinación se han alcanzado por control del desplazamiento angular a una velocidad de aplicación de éstas de 3°/s.

La traslación volar y dorsal se ha medido aplicando una presión manual sobre el radio hasta encontrar la máxima resistencia.

Finalizada una fase, el cirujano prepara la pieza cadavérica para la fase siguiente, y se repite el proceso descrito hasta completar la totalidad de las fases.

4.2.1.3 VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables principales de estudio son:

- Desplazamiento o traslación dorsal medido en milímetros.
- Desplazamiento o traslación volar medido en milímetros.

Se midió la traslación del radio desde la posición de reposo hasta las posiciones dorsal y volar, aplicando un esfuerzo manual hasta la máxima resistencia.

4.2.1.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se ha realizado mediante un ANOVA de un modelo mixto en el que los factores han sido la condición o fase del estudio, la repetición y las variables aleatorias de la muestra en la que se han realizado las medidas.

De este modo se ha analizado la influencia de las distintas condiciones de estabilidad de la ARCD, así como la influencia de hacer varias medidas (repetición), descontando la variabilidad debida a cada brazo.

Se utilizó el software libre de análisis estadístico R (112) en combinación con la interfaz de usuario Deducer (113).

El análisis se compone de los siguientes puntos:

1. Descriptivos (N, máximo, mínimo, media y desviación estándar).
2. Diagrama de cajas de los grupos de estudio.
3. ANOVA del modelo mixto.

Los resultados obtenidos se representan gráficamente mediante el uso de diagramas de cajas o box plots. Se ha decidido optar por este tipo de diagramas por

aportar un resumen gráfico de los descriptivos obtenidos para cada una de las configuraciones, así como la dispersión y valores atípicos. En la figura 39 se puede ver una esquematización de la representación de los diagramas de cajas.

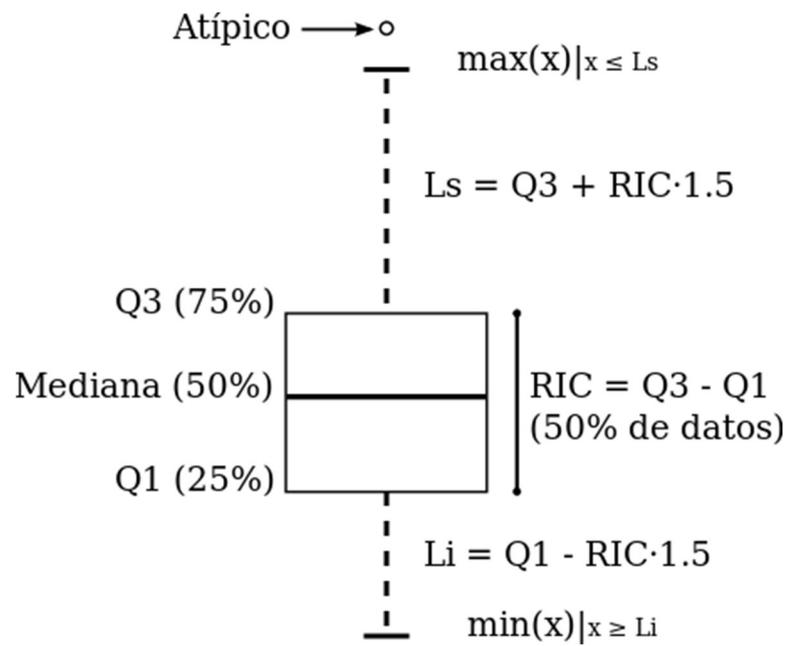


Figura 39. Tipología del diagrama de cajas.

Posteriormente se han comparado los resultados medios de los tres especímenes para observar si se detectan diferencias significativas entre las condiciones de estabilidad de mayor interés:

- El estado intacto y cada una de las etapas posteriores.
- La rotura del CFCT y su correspondiente reparación.
- La rotura de la membrana y del CFCT con la reparación de la membrana aislada sin CFCT y con el CFCT reparado.

4.2.2 ESTUDIO CLÍNICO

4.2.2.1 VARIABLES DE ESTUDIO

En la entrevista realizada a los pacientes intervenidos al año de la cirugía se recogieron los siguientes datos para su estudio:

- Edad, expresada en años.
- Sexo.
- Mano dominante.
- Mano operada.
- El valor de la escala visual analógica del dolor (VAS), puntuando de 0 a 10, donde el 0 es nada de dolor y el 10 es el máximo dolor posible.
- El cuestionario DASH (Discapacidad del brazo, hombro y mano), que se adjunta en el anexo I, en el que el paciente valora su capacidad para realizar una serie de acciones cotidianas y laborales, y en el que a mayor valor mayor discapacidad.
- La vuelta al trabajo: si fue posible; posible con limitaciones o imposible.
- La aparición de complicaciones postquirúrgicas.
- El rango de movilidad en pronación y supinación.
- La fuerza de agarre de la mano operada y la sana, medidas con un dinamómetro manual (modelo SH5001 de la marca Saehan) y expresada en libras de fuerza. Realizando 3 medidas y aplicando la media de éstas.
- La presencia de inestabilidad, tanto subjetiva como realizando el ballotment test en neutro y en 60º de supinación y pronación.

4.2.2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos fueron analizados con el programa estadístico IBM SPSS v.24 (con licencia de uso para la Universidad de Murcia).

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para cada una de las variables consideradas, utilizándose para las variables cuantitativas la media \pm la desviación estándar. Para determinar las variables que seguían una distribución normal o no, se utilizó el test estadístico de Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk según procedía en cada caso.

Para el estudio de la relación entre variables se aplicó la correlación de Pearson o la Rho de Spearman según correspondiera en el caso de variables cuantitativas. En el caso de la relación entre una variable cualitativa y otra cuantitativa se usó la comparación de medias de la T de Student o la U de Mann-Whitney según correspondiera.

En todas las situaciones, se consideró como significativa y por tanto como asociación estadística, aquellos resultados en los que el valor de p resultó inferior a 0,05.

5. RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO BIOMECÁNICO

En la tabla II se recogen los resultados del ensayo de estabilidad previos al análisis estadístico, clasificados por muestra cadavérica y condición siguiendo el proceso de desestabilización y reconstrucción progresivos descritos en el apartado material y método. Para cada muestra y condición se recogen las tres medidas realizadas hacia dorsal y las tres hacia volar en cada una de las posiciones del antebrazo. Los valores numéricos representan únicamente la distancia que hay entre los dos puntos de referencia elegidos, no representan la variabilidad de la distancia ni el incremento de la inestabilidad. El signo negativo de las medidas del desplazamiento volar únicamente indica que se tomaron en sentido contrario a las medidas en desplazamiento dorsal.

Tabla II. Resultados del ensayo de estabilidad

		Posición					
		Neutra		Sup 60º		Pro 60º	
Especímenes	NE	D(mm)	V(mm)	D(mm)	V(mm)	D(mm)	V(mm)
MU18-0207	Intacto	12,5	-9,0	9,5	-4,6	2,3	-2,1
		16,2	-10,8	11,1	-8,9	4,0	-2,0
		16,0	-12,5	20,5	-7,5	3,9	-2,2
	Rot_FCT	14,0	-12,0	21,0	-10,3	4,2	-4,8
		16,0	-12,4	22,0	-8,0	4,6	-3,6
		14,9	-12,2	21,8	-8,0	4,4	-3,1
	Rot_Membrana	20,5	-13,5	24,0	-11,0	6,2	-3,8
		16,0	-14,1	20,0	-10,0	6,0	-4,0
		16,8	-14,0	19,4	-10,1	5,8	-3,2
	Rep_FCT	9,8,0	-7,2	6,3	-5,7	1,4	-1,0
		9,10	-8,7	6,7	-6,0	1,0	-1,7
		9,10	-7,7	6,5	-5,7	1,4	-1,1
	Rep_Membrana	9,70	-7,8	7,4	-6,8	1,9	-1,7
		10,0	-8,0	6,5	-4,0	2,0	-1,0
		10,1	-9,4	7,9	-6,6	1,4	-1,3
	Rep_Membrana_FCT	9,20	-7,0	5,5	-6,5	1,0	-1,8
		8,0	-7,0	6,6	-6,0	2,0	-1,0
		9,0	-7,5	6,4	-5,8	0,5	-2,0

MU18-0208	Intacto	7,5	-3,5	6,9	-2,9	5,5	-3,3
		6,2	-2,3	6,2	-4,0	3,5	-0,5
		4,5	-4,2	6,0	-4,0	4,5	-1,5
	Rot_FCT	5,1	-4,8	6,0	-4,8	3,0	-1,9
		6,3	-4,5	8,1	-4,3	3,0	-2,0
		6,0	-4,6	7,0	-4,6	2,8	-2,2
	Rot_Membrana	7,0	-4,7	7,8	-4,4	3,6	-1,4
		9,0	-3,5	7,6	-3,8	3,0	-3,2
		8,8	-3,7	3,8	-5,2	1,5	-2,7
	Rep_FCT	9,8	-3,8	6,5	-1,7	3,4	-2,5
		9,0	-4,4	6,4	-2,1	2,0	-3,0
		8,9	-4,8	6,8	-1,7	2,0	-3,4
	Rep_Membrana	9,8	-5,2	7,5	-2,5	3,0	-3,2
		10,0	-3,3	6,3	-3,3	3,0	-2,9
		9,0	-5,1	7,0	-4,0	3,2	-3,8
Rep_Membrana_FCT	9,7	-4,7	2,1	-2,9	3,0	-3,0	
	8,0	-5,5	7,3	-1,9	1,7	-3,3	
	7,7	-3,6	6,2	-2,0	2,6	-3,1	
MU18-0210	Intacto	3,1	0	3,1	-1,5	0,4	-0,9
		2,7	-1,1	2,5	-1,5	1,8	-0,2
		3,3	-1,4	3	-0,8	-0,6	-2,4
	Rot_FCT	2,6	-2,9	3,5	-1	0,8	-1,2
		3,5	-3,8	4,5	-0,7	0,8	-0,7
		2,8	-1,7	4	-1,1	0,9	-0,9
	Rot_Membrana	4,1	-4,4	6,8	-5,8	2,7	-3,3
		5	-6,3	5,5	-6,2	2,2	-2,6
		3,9	-6,8	4,5	-3	1,1	-1,8
	Rep_FCT	3,6	-2,3	3,5	-1,8	1,1	-1,3
		3,6	-5,8	3,8	-1,4	1,2	-1,1
		3,8	-3,6	3,6	-3,6	0,6	-1,2
	Rep_Membrana	2,5	-2,1	2,9	-0,2	0,6	-0,6
		2,3	-1,6	2,2	-0,8	1,7	-0,3
		2,9	-1,1	1,8	-0,5	0,5	-0,8
Rep_Membrana_FCT	2,7	-1,2	1,1	-0,8	0,3	-0,7	
	2,6	-0,5	1,5	-0,6	1	0	
	2,3	-2	2,3	-0,5	0,2	-0,8	

NE: Nomenclatura del Ensayo; Sup: Supinación; Pro: Pronación; D: Dorsal; V: Volar

5.1.1 DESCRIPTIVOS

5.1.1.1 DESCRIPTIVOS DEL DESPLAZAMIENTO DORSAL

En la tabla III, tabla IV y tabla V se detallan los descriptivos extraídos del programa R de la media del desplazamiento dorsal en posición neutra, supinación y pronación para cada condición.

Tabla III. Descriptivos del desplazamiento dorsal en posición neutra.

NE	Media	DS	V. mín	V. máx
Intacto	8,00	5,49	2,7	16,2
Rep_FCT	7,41	2,83	3,6	9,8
Rep_Membrana	7,37	3,62	2,3	10,1
Rep_Membrana_FCT	6,58	3,10	2,3	9,7
Rot_FCT	7,91	5,47	2,6	16,0
Rot_Membrana	10,12	6,13	3,9	20,5

NE: Nomenclatura del Ensayo; DS: Desviación estándar; V. mín: Valor mínimo; V. máx: Valor máximo

Tabla IV. Descriptivos del desplazamiento dorsal en supinación.

NE	Media	DS	V. mín	V. máx
Intacto	7,64	5,64	2,5	20,5
Rep_FCT	5,57	1,46	3,5	6,8
Rep_Membrana	5,50	2,46	1,8	7,9
Rep_Membrana_FCT	4,33	2,52	1,1	7,3
Rot_FCT	10,88	8,17	3,5	22,0
Rot_Membrana	11,04	7,78	3,8	24,0

NE: Nomenclatura del Ensayo; DS: Desviación estándar; V. mín: Valor mínimo; V. máx: Valor máximo

Tabla V. Descriptivos del desplazamiento volar en pronación.

NE	Media	DS	V. mín	V. máx
Intacto	2,81	2,00	-0,6	5,5
Rep_FCT	1,57	0,82	0,6	3,4
Rep_Membrana	1,92	1,00	0,5	3,2
Rep_Membrana_FCT	1,37	1,01	0,2	3
Rot_FCT	2,72	1,56	0,8	4,6
Rot_Membrana	3,57	1,97	1,1	6,2

NE: Nomenclatura del Ensayo; DS: Desviación estándar; V. mín: Valor mínimo; V. máx: Valor máximo

5.1.1.2 DESCRIPTIVOS DEL DESPLAZAMIENTO VOLAR

En la tabla VI, tabla VII y tabla VIII se detallan los descriptivos extraídos del programa R de la media del desplazamiento volar en posición neutra, supinación y pronación para cada condición.

Tabla VI. Descriptivos del desplazamiento volar en posición neutra.

NE	Media	DS	V. mín	V. máx
Intacto	-4,98	4,60	-12,5	0,0
Rep_FCT	-5,37	2,13	-8,7	-2,3
Rep_Membrana	-4,84	3,04	-9,4	-1,1
Rep_Membrana_FCT	-4,33	2,65	-7,5	-0,5
Rot_FCT	-6,54	4,35	-12,4	-1,7
Rot_Membrana	-7,89	4,61	-14,1	-3,5

NE: Nomenclatura del Ensayo; DS: Desviación estándar; V. mín: Valor mínimo; V. máx: Valor máximo

Tabla VII. Descriptivos del desplazamiento volar en supinación.

NE	Media	DS	V. mín	V. máx
Intacto	-3,97	2,75	-8,9	-0,8
Rep_FCT	-3,30	1,98	-6,0	-1,4
Rep_Membrana	-3,19	2,46	-6,8	-0,2
Rep_Membrana_FCT	-3,00	2,45	-6,5	-0,5
Rot_FCT	-4,76	3,46	-10,3	-0,7
Rot_Membrana	-6,61	2,99	-11,0	-3,0

NE: Nomenclatura del Ensayo; DS: Desviación estándar; V. mín: Valor mínimo; V. máx: Valor máximo

Tabla VIII. Descriptivos del desplazamiento volar en pronación.

NE	Media	DS	V. mín	V. máx
Intacto	-1,68	0,99	-3,3	-0,2
Rep_FCT	-1,81	0,92	-3,4	-1,0
Rep_Membrana	-1,73	1,26	-3,8	-0,3
Rep_Membrana_FCT	-1,74	1,20	-3,3	0,0
Rot_FCT	-2,27	1,35	-4,8	-0,7
Rot_Membrana	-2,89	0,86	-4,0	-1,4

NE: Nomenclatura del Ensayo; DS: Desviación estándar; V. mín: Valor mínimo; V. máx: Valor máximo

5.1.2 RESULTADOS DEL MODELO MIXTO

El análisis estadístico de los resultados se ha realizado en base al modelo mixto explicado en el apartado “4.2.1.4 análisis estadístico” sobre la serie completa de los tres especímenes. A continuación, se muestra el análisis segmentado de los resultados de desplazamiento para las tres posiciones en las que se estudiaron los brazos: posición neutra, supinación y pronación.

5.1.2.1 DESPLAZAMIENTO EN POSICIÓN NEUTRA

En la figura 40 se muestra el diagrama de cajas asociado a los desplazamientos dorsal y volar en posición neutra.

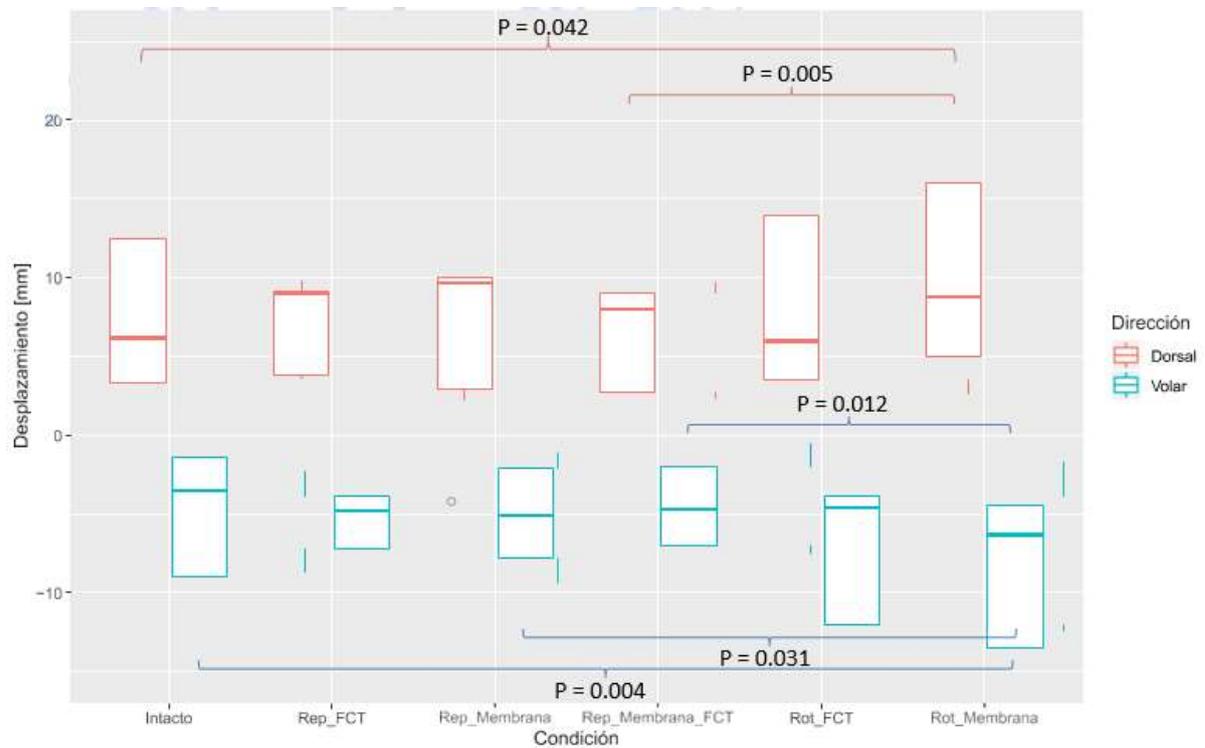


Figura 40. Diagrama de cajas en posición neutra.

Analizando los emparejamientos entre las distintas fases del procedimiento quirúrgico según el modelo mixto empleado, se observan diferencias estadísticamente significativas entre las fases intacto y rotura de membrana (Rot_Membrana) en el desplazamiento dorsal ($p=0.042$) así como entre la fase de rotura de membrana (Rot_Membrana) y reparación de CFCT y membrana (Rep_Membrana_FCT) ($p=0.005$).

En el resto de los emparejamientos no se observan diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados se muestran en la tabla IX.

Tabla IX. Resultados modelo mixto: desplazamiento dorsal en posición neutra

DORSAL					
Desplazamiento	Rot_FCT	Rot_Membrana	Rep_FCT	Rep_Mem.	Rep_Membrana_FCT
Intacto	Sin Dif. (p=1)	↑ Desp (p=0.042)	Sin Dif. (p=1)	Sin Dif. (p=1)	Sin Dif. (p=0.1)
Rot_FCT			Sin Dif. (p=1)		
Rot_Membrana				Sin Dif. (p=0.094)	↓ Desp (p=0.005)

Sin Dif: Sin diferencias; ↑ Desp: Aumento del desplazamiento; ↓ Desp: Disminución del desplazamiento

Como se puede observar, la rotura de membrana tras rotura de CFCT implica un aumento en el desplazamiento dorsal con respecto a los especímenes intactos, mientras que la reparación de la membrana y del complejo CFCT supone una disminución del desplazamiento con respecto al estado de membrana y CFCT seccionados.

En esta configuración se aprecia el efecto de la desestabilización cuando se secciona la BOD con respecto a los especímenes intactos. Por otra parte, también se aprecia el efecto de la estabilización cuando se han reparado tanto el CFCT como la BOD, con respecto al CFCT y la BOD desestabilizados.

Como en el caso dorsal, en el desplazamiento volar (tabla X) se observan diferencias estadísticamente significativas entre las fases de intacto y rotura de membrana (Rot_Membrana) (p=0.004), entre la condición de rotura de membrana (Rot_Membrana) y reparación membrana (Rep_Membrana) (p=0.031), así como entre la fase de rotura de membrana (Rot_Membrana) y reparación de CFCT y membrana (Rep_Membrana_FCT) (p=0.012). En el resto de las comparaciones realizadas no se observan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla X. Resultados modelo mixto: desplazamiento volar en posición neutra

VOLAR					
Desplazamiento	Rot_FCT	Rot_Membrana	Rep_FCT	Rep_Mem.	Rep_Membrana_FCT
Intacto	Sin Dif. (p=0.953)	↑ Desp (p=0.004)	Sin Dif. (p=0.449)	Sin Dif. (p=1)	Sin Dif. (p=1)
Rot_FCT			Sin Dif. (p=1)		
Rot_Membrana				↓ Desp (p=0.031)	↓ Desp (p=0.012)

Sin Dif: Sin diferencias; ↑ Desp: Aumento del desplazamiento; ↓ Desp: Disminución del desplazamiento

La rotura de membrana tras rotura de CFCT produce un aumento del desplazamiento estadísticamente significativo respecto a la fase de espécimen intacto (p=0.004). Por otro lado, tanto la reparación de la membrana de forma aislada, como la reparación de la misma junto con el complejo CFCT implican una disminución del desplazamiento con respecto a la rotura de la membrana tras rotura del CFCT estadísticamente significativos (p=0.031 y p=0.012, respectivamente).

5.1.2.2 DESPLAZAMIENTO EN SUPINACIÓN

En la figura 41 se muestra el diagrama de cajas asociado a los desplazamientos dorsal y volar en supinación.

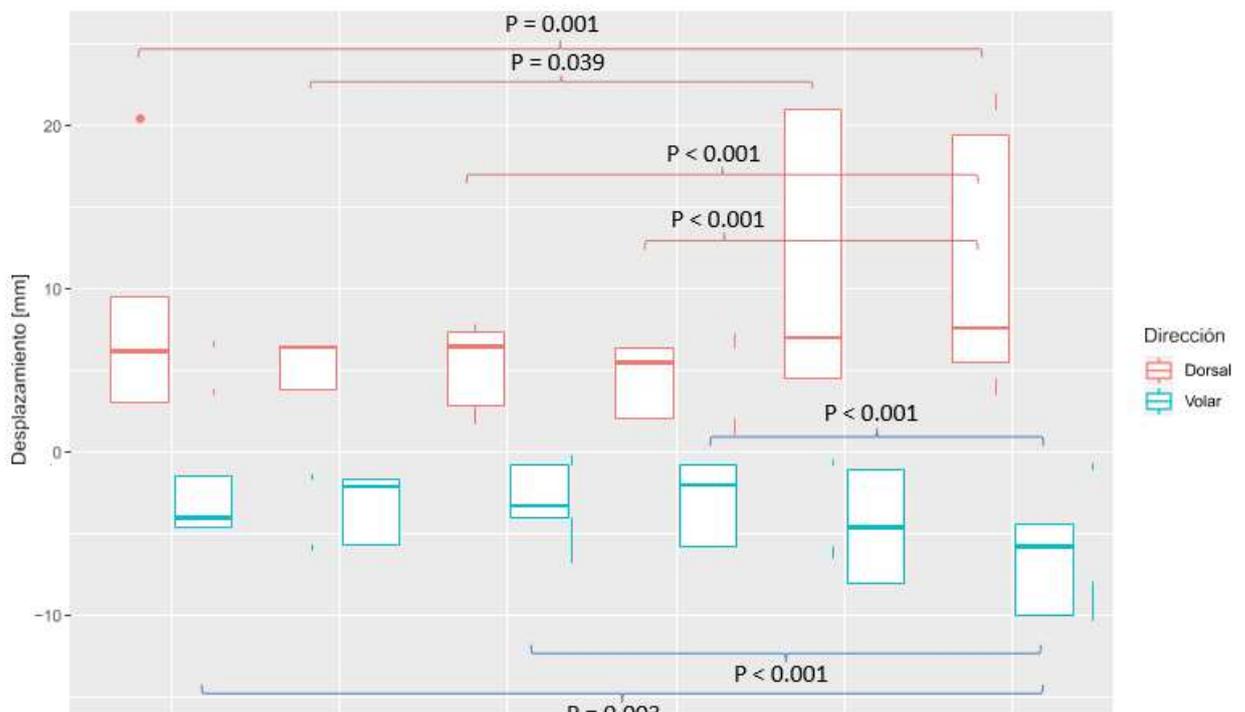


Figura 41. Diagrama de cajas en supinación.

En el caso del desplazamiento dorsal en supinación, el test estadístico revela diferencias significativas entre la condición de espécimen intacto y la rotura de membrana tras la rotura del CFCT (Rot_Membrana) ($p=0.001$). En este emparejamiento se aprecia el efecto que tiene la rotura de la membrana, aumentando el desplazamiento dorsal con respecto al intacto; por lo tanto, se produce desestabilización del conjunto.

También existen diferencias estadísticamente significativas para la variable de desplazamiento dorsal entre la condición de rotura de CFCT (Rot_FCT) y la reparación de CFCT (Rep_FCT) ($p=0.039$). En este caso, disminuye el desplazamiento dorsal tras la reparación del CFCT con respecto al espécimen con el complejo CFCT seccionado, lo que implica que se ha alcanzado cierta estabilización.

Por último, se observan diferencias significativas ($p<0.001$) en el efecto de la reparación de la membrana de forma aislada (Rep_Membrana) y en su reparación junto con el CFCT reparado (Rep_Membrana_FCT) con respecto a la condición de rotura de membrana tras la rotura del CFCT (Rot_Membrana). El efecto que se aprecia es la disminución del desplazamiento dorsal en las dos condiciones con respecto a la condición de la rotura.

No se presentan diferencias estadísticamente significativas en el resto de las comparaciones. Todos estos resultados se muestran en la tabla XI.

Tabla XI. Resultados modelo mixto: desplazamiento dorsal en supinación

DORSAL					
Desplazamiento	Rot_FCT	Rot_Membrana	Rep_FCT	Rep_Mem.	Rep_Membrana_FCT
Intacto	Sin Dif. ($p=0.13$)	↑Desp ($p=0.001$)	Sin Dif. ($p=1$)	Sin Dif. ($p=1$)	Sin Dif. ($p=0.087$)
Rot_FCT			↓Desp ($p=0.039$)		
Rot_Membrana				↓Desp ($p<0.001$)	↓Desp ($p<0.001$)

Sin Dif: Sin diferencias; ↑Desp: Aumento del desplazamiento; ↓Desp: Disminución del desplazamiento

En el desplazamiento volar en supinación, el test estadístico revela diferencias significativas entre la condición de espécimen intacto y la rotura de membrana tras rotura de CFCT (Rot_Membrana) ($p=0.003$). Esta combinación muestra el efecto que tiene la rotura de la membrana, aumentando el desplazamiento dorsal con respecto al intacto; por lo tanto, se produce desestabilización del conjunto.

También se aprecian diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$) en el efecto de la reparación de la membrana de forma aislada (Rep_Membrana) y en su reparación junto con el complejo CFCT reparado (Rep_Membrana_FCT) con respecto a la condición de rotura de membrana tras rotura de CFCT (Rot_Membrana). El efecto que se observa es la disminución del desplazamiento volar en las dos condiciones con respecto a la condición de la rotura, de lo que se puede inferir una estabilización del conjunto.

El resto de las combinaciones no presentan diferencias estadísticamente significativas. Todos estos resultados se muestran en la tabla XII.

Tabla XII. Resultados modelo mixto: desplazamiento dorsal en pronación

VOLAR					
Desplazamiento	Rot_FCT	Rot_Membrana	Rep_FCT	Rep_Mem.	Rep_Membrana_FCT
Intacto	Sin Dif. ($p=1$)	↑ Desp ($p=0.003$)	Sin Dif. ($p=1$)	Sin Dif. ($p=1$)	Sin Dif. ($p=1$)
Rot_FCT			Sin Dif. ($p=1$)		
Rot_Membrana				↓ Desp ($p<0.001$)	↓ Desp ($p<0.001$)

Sin Dif: Sin diferencias; ↑ Desp: Aumento del desplazamiento; ↓ Desp: Disminución del desplazamiento

5.1.2.3 DESPLAZAMIENTO EN PRONACIÓN

En la figura 42 se muestra el diagrama de cajas asociado a los desplazamientos dorsal y volar en pronación.

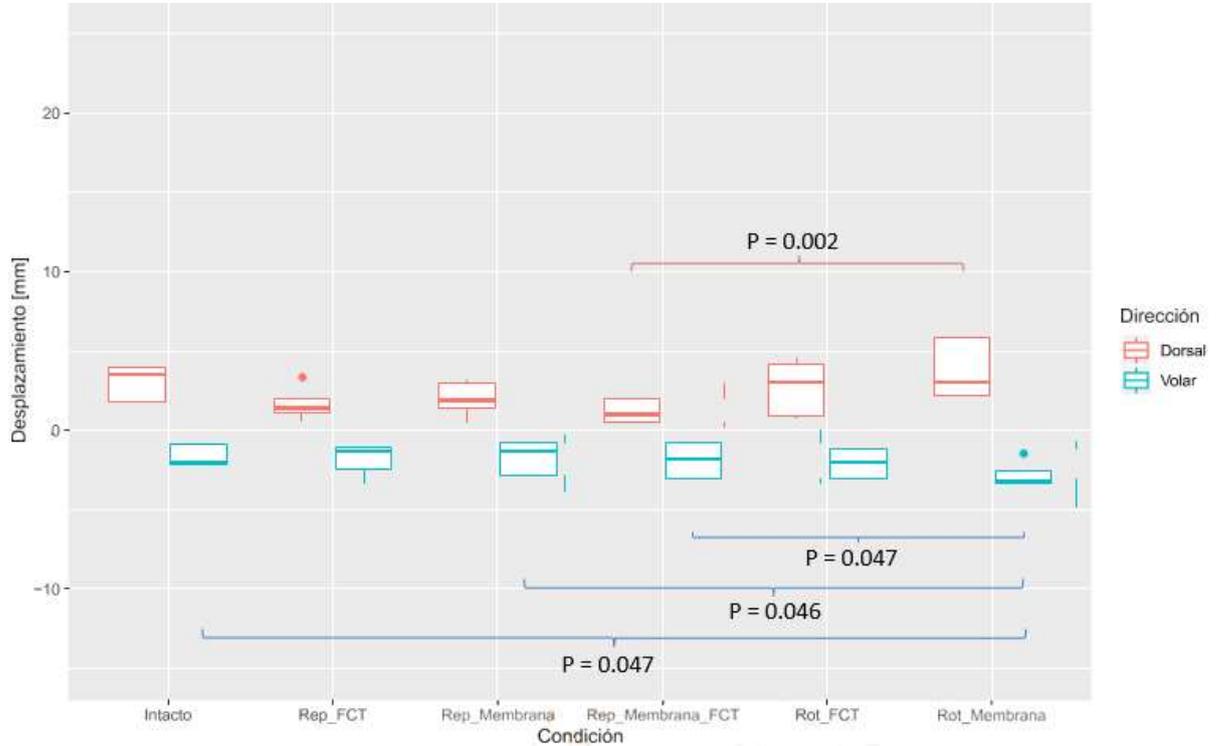


Figura 42. Diagrama de cajas en pronación.

El test estadístico del desplazamiento dorsal en pronación revela diferencias estadísticamente significativas únicamente en la combinación en la que se compara la reparación de la membrana y el complejo CFCT (Rep_Membrana_FCT) con la rotura de la membrana tras rotura de CFCT (Rot_Membrana) ($p=0.002$), observándose una disminución del desplazamiento. En el resto de las combinaciones no se aprecian diferencias estadísticamente significativas con este modelo (tabla XIII).

Tabla XIII. Resultados modelo mixto: desplazamiento dorsal en pronación

DORSAL					
Desplazamiento	Rot_FCT	Rot_Membrana	Rep_FCT	Rep_Mem.	Rep_Membrana_FCT
Intacto	Sin Dif. (p=1)	Sin Dif. (p=0.062)	Sin Dif. (p=1)	Sin Dif. (p=1)	Sin Dif. (p=1)
Rot_FCT			Sin Dif. (p=1)		
Rot_Membrana				Sin Dif. (p=0.058)	↓Desp (p=0.002)

Sin Dif: Sin diferencias; ↑Desp: Aumento del desplazamiento; ↓Desp: Disminución del desplazamiento

En el desplazamiento volar en pronación, el test estadístico revela diferencias estadísticamente significativas entre la condición de espécimen intacto y la rotura de membrana tras rotura de CFCT (Rot_Membrana) (p=0.047). Esta combinación muestra el efecto que tiene la rotura de la membrana, aumentando el desplazamiento dorsal con respecto al intacto; por lo tanto, se produce desestabilización del conjunto.

También se aprecian diferencias estadísticamente significativas en el efecto de la reparación de la membrana de forma aislada (Rep_Membrana) (p=0.047) y en su reparación junto con el CFCT reparado (Rep_Membrana_FCT) (p=0.046) con respecto a la condición de rotura de membrana tras rotura de CFCT (Rot_Membrana). El efecto que se observa es la disminución del desplazamiento volar en las dos condiciones con respecto a la condición de la rotura, de donde se puede deducir una estabilización del conjunto. El resto de las combinaciones no presentan diferencias estadísticamente significativas (tabla XIV).

Tabla XIV. Resultados modelo mixto: desplazamiento volar en pronación.

VOLAR					
Desplazamiento	Rot_FCT	Rot_Membrana	Rep_FCT	Rep_Mem.	Rep_Membrana_FCT
Intacto	Sin Dif. (p=1)	↑Desp (p=0.047)	Sin Dif. (p=1)	Sin Dif. (p=1)	Sin Dif. (p=1)
Rot_FCT			Sin Dif. (p=1)		
Rot_Membrana				↓Desp (p=0.047)	↓Desp (p=0.046)

Sin Dif: Sin diferencias; ↑Desp: Aumento del desplazamiento; ↓Desp: Disminución del desplazamiento

5.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO CLÍNICO

Los resultados de los pacientes previos al análisis estadístico se recogen en las tablas XV-A y XV-B. En ellas se han incluido los valores de la movilidad en pronación y supinación en grados y la fuerza de agarre en libras, marcando las tres mediciones realizadas a cada paciente.

Tabla XV-A. Resultados del ensayo clínico

Paciente	Edad	Sexo	Mano dominante	Mano operada	VAS	DASH	Pronación	Supinación
1	27	H	D	D	0	36	90	90
2	33	M	D	D	1	39	90	80
3	53	H	D	D	3	63	85	75
4	56	H	D	I	2	82	85	80
5	38	H	D	D	0	46	90	90
6	39	H	D	D	1	42	85	80
7	34	M	D	D	3	86	80	70
8	27	M	D	I	1	45	90	90
9	43	H	D	D	1	55	80	80
10	31	H	D	D	0	34	90	90
11	30	H	D	D	0	38	90	90
12	40	H	D	I	1	61	85	80

D: Derecha; I: Izquierda

Tabla XV-B. Resultados del estudio clínico

Paciente	Vuelta al trabajo	Complicaciones	Fuerza agarre mano operada	Fuerza agarre mano sana	Inestabilidad
1	SI	NO	75/80/75	50/70/60	NO
2	SI	NO	75/80/70	70/65/60	NO
3	SI	NO	120/130/130	150/140/140	NO
4	LIMITADO	NO	80/80/75	90/85/90	NO
5	SI	NO	100/110/110	110/110/100	NO
6	SI	NO	75/85/90	80/80/90	NO
7	LIMITADO	ALGODISTROFIA	55/60/50	55/55/60	NO
8	SI	NO	65/65/70	85/75/75	NO
9	SI	NO	110/110/105	120/110/105	NO
10	SI	NO	120/110/110	100/95/70	NO
11	SI	NO	120/120/130	115/125/130	NO
12	SI	NO	115/130/130	135/145/125	NO

5.2.1 DESCRIPTIVOS

De los datos obtenidos de los 12 pacientes intervenidos, podemos ver que la media de edad es de 37.58 años, con un rango que va de los 27 a los 56 años. El 75% de los pacientes fueron hombres y el 25% fueron mujeres. Todos los pacientes eran diestros, estando afectada la mano derecha en 9 casos (75%).

El 83.3% de los pacientes pudieron volver al trabajo con normalidad, habiendo solo dos pacientes que retornaron al trabajo-con limitaciones. Solo un paciente presentó una complicación postquirúrgica, ya que desarrolló una algodistrofia. Ninguno de los pacientes presentaba inestabilidad residual postquirúrgica, ni subjetiva ni objetiva.

El valor medio de la escala VAS fue de 1.08 ± 1.084 , y el de la escala DASH fue de 52.25 ± 17.57 . La movilidad resultante fue de 86.67° de media $\pm 3.892^\circ$ en pronación y en supinación tuvieron una media de $82.92^\circ \pm 6.895^\circ$. La fuerza de agarre media en la mano intervenida fue de 93.47 ± 27.78 libras y en la mano sana de 94.99 ± 28.99 libras.

5.2.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La mayoría de las variables mostraron una distribución normal en el test de Kolmogorov-Smirnov excepto la movilidad tanto en pronación como en supinación y la escala VAS, que mostraron una distribución no normal.

En el análisis realizado, se pudo ver cómo había correlación entre el VAS y la edad, mostrando los pacientes más jóvenes una puntuación en la escala VAS menor que los pacientes de más edad, con un valor en la rho de Spearman de 0.606 ($p=0.037$). La misma situación se dio en la correlación entre la edad y el valor de la escala DASH, con una correlación de Pearson de 0.632 ($p=0.027$). También se demostró una correlación positiva entre la edad y la movilidad, mostrando un valor de la rho de Spearman de 0.719 ($p=0.008$) en pronación y de 0.672 ($p=0.017$) en supinación.

En cuanto al sexo, solo se demostró una correlación con la fuerza de agarre, siendo superior en hombres tanto en la mano operada ($p=0.007$), como en la mano sana ($p=0.044$).

En la vuelta al trabajo, se pudo ver que los pacientes que volvieron al trabajo sin limitación mostraban valores menores en la escala VAS ($p=0.035$), en la escala DASH ($p<0.001$) y valores superiores en la fuerza de agarre en la mano operada ($p=0.043$).

Hubo correlación entre la movilidad y la escala DASH, mostrando mayor movilidad los pacientes con menor valor en la escala DASH, tanto en pronación, con una rho de Spearman de 0.771 ($p=0.003$); como en supinación, con una rho de Spearman de 0.754 ($p=0.005$).

La movilidad en pronación y supinación resultaron correlacionadas entre sí, con mayor movilidad en pronación, cuanto mayor movilidad en supinación, con una rho de Spearman de 0.831 ($p < 0.001$).

Se demostró una correlación positiva entre la fuerza de agarre de la mano sana y la operada de 0.892 en la correlación de Pearson ($p < 0.001$).

No se encontraron diferencias en ningún valor entre pacientes operados de la mano dominante o de la no dominante.

No hubo relación de la fuerza de agarre de la mano operada ni con movilidad, edad, VAS ni DASH.

6. DISCUSIÓN

6.1 SOBRE EL ESTUDIO BIOMECÁNICO

El método de evaluación de estabilidad que se llevó a cabo en los ensayos biomecánicos realizados en cadáver está basado en alguna de las metodologías descritas en otros estudios (20) (108).

En base a los resultados observados en cuanto a la desestabilización del conjunto, la rotura del CFCT no provoca mayor desplazamiento a volar ni a dorsal en ninguna de las tres configuraciones. Por tanto, la rotura del CFCT parece no provocar inestabilidad radio-cubital siempre y cuando, el sujeto disponga de BOD, como eran nuestros casos. Estos resultados están en consonancia con los obtenidos por otros autores en diversos estudios (43) (51) (72) (73) (75).

Por otra parte, la rotura de la BOD tras la rotura del CFCT sí presenta diferencias significativas en dorsal y volar en las tres posiciones empleadas en los especímenes (neutra, supinación y pronación), excepto en pronación con desplazamiento a dorsal. Ésto se traduce en que el efecto de la rotura de la BOD con una lesión previa del CFCT, respecto al espécimen intacto parece claro que desestabiliza tanto en la posición neutra como en supinación, mientras que los resultados en pronación sugieren que un estudio con un mayor número de especímenes podría ayudar a dilucidar la influencia de la rotura de la BOD en dicha posición. En pronación con desplazamiento a dorsal no se aprecian diferencias estadísticamente significativas, aunque el valor del estadístico (p) está muy cercano al límite de la significación y en volar sí se aprecian, aunque el valor del estadístico también está próximo al límite de la significación ($p = 0.05$).

En el estudio que Omokawa et al. (12) realizan sobre 10 especímenes, observan que la desviación en situación de pronosupinación media a dorsal es de $3\text{mm} \pm 2\text{mm}$ de desviación estándar y a volar es de $4\text{mm} \pm 2\text{mm}$ en muñecas intactas. Al seccionar el CFCT la desviación dorsal sube a $10\text{mm} \pm 5\text{mm}$ ($p < 0.05$) y la volar a $5\text{mm} \pm 2\text{mm}$. Por último, al seccionar el CFCT y la BOD, el desplazamiento sube en dorsal a $23\text{mm} \pm 9\text{mm}$ ($p < 0.05$) y en volar a $17\text{mm} \pm 11\text{mm}$ ($p < 0.05$) (12). Por tanto, nuestros resultados son semejantes a los de Omokawa, ya que la sección de la BOD influye de forma clara en la

desestabilización de la ARCD, y su integridad, mantiene cierta estabilidad a pesar de la sección del CFCT. Comparando directamente los valores numéricos en pronosupinación media con los de Omokawa, vemos que, en nuestro estudio, la desviación a dorsal en pronosupinación media pasa de $8\text{mm} \pm 5.49\text{mm}$ de desviación estándar en espécimen intacto a $7.91\text{mm} \pm 5.47\text{mm}$ en sección del CFCT y a $10.12\text{mm} \pm 6.13\text{m}$ ($p=0.042$) en sección del CFCT y BOD. Por otro lado, en supinación, pasaría de $-4.98\text{mm} \pm 4.60\text{mm}$ intacto a $-6.54\text{mm} \pm 4.35\text{mm}$ con sección del CFCT y a $-7.89\text{mm} \pm 4.61\text{mm}$ ($p=0.004$) con la sección añadida de la BOD. Así vemos, que la significación estadística la alcanzamos solo al seccionar la BOD, por lo que vemos que, si la BOD está intacta, la sección del CFCT no es suficiente para desestabilizar profundamente la ARCD.

En las reparaciones, observamos que las sucesivas fases de reconstrucción quirúrgica (BOD aislada, CFCT aislado y combinación de ambas) no dan lugar a diferencias estadísticamente significativas en los desplazamientos dorsal ni volar en comparación con el espécimen intacto, en ninguna de las tres posiciones. Por lo tanto, podemos decir que los tres tipos de reparación quirúrgica que hemos realizado son efectivos para estabilizar la articulación radio-cubital. Sin embargo, la reparación aislada del CFCT en combinación con la rotura de la BOD (o la ausencia de la misma), revela únicamente, respecto al espécimen con sección de la BOD y del CFCT, diferencias estadísticamente significativas en el desplazamiento dorsal en supinación, mientras que en el resto de fases del estudio no las presenta. Por tanto, se puede concluir que la reparación de este complejo no parece producir el efecto de estabilización deseado, ya que, aunque respecto al espécimen intacto no hay diferencias significativas, la comparación con la rotura de las dos estructuras apenas aporta estabilidad. Creemos que un estudio con más muestras podría dilucidar esta cuestión, sin embargo, la reparación de la BOD de forma aislada con la técnica propuesta sí que obtiene más diferencias con la situación de sección de CFCT y BOD.

Así, la reparación de la BOD de forma aislada (salvo para el desplazamiento en dorsal en posición neutra y pronación), siempre alcanza una estabilización significativa en comparación con la rotura de membrana tras rotura del CFCT. En dorsal en posición neutra y pronación, la significación del análisis estadístico se encuentra cerca del límite de aceptación, por lo que, como ya se ha comentado anteriormente, el estudio de más especímenes sería conveniente para comprobar o descartar su efecto con mayor

precisión. Por todo lo anteriormente citado, podemos afirmar que la reconstrucción de la BOD con la técnica propuesta da una estabilidad superior a la re inserción del CFCT de forma aislada.

Por último, la reparación de la BOD asociada a la re inserción del CFCT consigue estabilizar en dorsal y volar en todas las posiciones, aunque no presenta importantes diferencias con la reparación aislada de la BOD, y con los resultados obtenidos se puede pensar que un estudio con mayor número de piezas cadavéricas alcanzaría significación estadística en todos los planos con la reparación aislada de la BOD. Debido a estos resultados, creemos que la reparación conjunta de las dos estructuras sería innecesaria, ya que el hecho de añadir la reparación del CFCT sólo aportaría aumento del tiempo quirúrgico, aumento de las complicaciones y aumento de los gastos sin producir un beneficio clínico ni funcional al paciente.

6.2 SOBRE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA

La técnica quirúrgica desarrollada, tal y como viene detallada en el apartado “4.1.2 Técnica quirúrgica propuesta”, es una técnica sencilla, reproducible, y sobre todo segura y eficaz. Centrándonos en el acto quirúrgico propiamente dicho, consideramos que la técnica tiene una serie de ventajas que la convierten en una opción terapéutica que puede ser de gran utilidad en pacientes con inestabilidad radiocubital distal. En primer lugar, elegimos el tendón del ECRL basándonos en el estudio previo realizado por Fahandezh-Saddi (114), en el que se determinó que la longitud media de este tendón es de $163.59\text{mm} \pm 22.15\text{mm}$ de desviación estándar, por lo que es idóneo para realizar la técnica y tener injerto sobrante para posibles eventualidades quirúrgicas. Además, al tratarse de un hemitendón, no suprimimos totalmente la función del tendón donante, y la pérdida de fuerza que pueda venir de la obtención del injerto, no se considera importante, ya que el extensor carpi radialis brevis estaría indemne, y el ECRL podría seguir operando a pesar de la obtención del hemitendón. Como punto adicional, el hecho de apoyarnos en la ecografía prequirúrgica tanto para la localización exacta del tendón en la segunda corredera extensora a nivel del antebrazo distal como para la localización de la unión miotendinosa proximal, nos permite realizar la obtención del injerto a través de pequeñas incisiones que no añadan iatrogenia al proceso.

Una vez obtenido el injerto, la realización de los túneles, puede llevarse a cabo de forma totalmente percutánea, gracias al apoyo que supone la radioscopia, reduciendo los tiempos quirúrgicos, la iatrogenia y las posibilidades de error. Los túneles, están diseñados para tener un grosor que permita el paso de la plastia con facilidad, al tiempo que no se debilita de forma significativa la estructura ósea subyacente.

Otro punto importante, es que usar una guía en C nos permite ser exactos para que la plastia quede en una posición óptima, sin curvaturas y con la tensión que decidamos. Además, la guía nos permite hacer los túneles en radio y cúbito de forma independiente, para poder evitar el paso de una broca en el espacio interóseo y así evitar posible iatrogenia al dañar los vasos o los nervios interóseos.

Realizar la reconstrucción con autoinjerto evita la aparición de rechazos, irritaciones o reacciones a cuerpo extraño. Además, por las propias características de elasticidad del tendón, su tensión se verá adecuada a las necesidades de estabilidad en la ARCD, evitando excesos de tensión o de laxitud.

Finalmente, la fijación con tornillos de biotenedesis, es una técnica ampliamente utilizada en el campo de la cirugía ortopédica y traumatología. Es sencilla, rápida y se obtiene una fijación fuerte y fiable. Además, la integración del injerto tendinoso en el interior de la estructura ósea es una realidad que se aprovecha en esta técnica al igual que se realiza en otras técnicas utilizadas en el contexto de la cirugía ortopédica tanto en miembro superior como inferior.

6.3 SOBRE OTRAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

Dados los diversos tipos de tratamiento existentes, creemos que la reconstrucción de la BOD aporta una serie de ventajas importantes frente a la reconstrucción del CFCT. Por un lado, la avascularidad del CFCT excepto en su zona periférica, dificulta la cicatrización de cualquier tipo de reparación, especialmente aquellas más antiguas (115). Además, como se ha comentado anteriormente, la presencia de una lesión del CFCT no parece afectar a la estabilidad de la ARCD si existe una BOD intacta y competente, por lo que creemos que, si se realiza una reconstrucción

de ésta, la reparación del CFCT no va a aportar ningún beneficio significativo. Este pensamiento, viene apoyado por los hallazgos en nuestro estudio biomecánico, en los que la reparación conjunta de BOD y CFCT no aporta claros beneficios en estabilidad frente a la reconstrucción aislada de la BOD. Obviamente, la reconstrucción conjunta, lo que sí que aportaría serían las comorbilidades de una reparación añadida, ya sea vía abierta o artroscópica, a parte del aumento de coste económico y tiempo quirúrgico.

Comparando la técnica propuesta con otras presentadas en la literatura para el tratamiento de la inestabilidad de la ARCD, vemos que, tanto por los resultados obtenidos en el estudio biomecánico, como por la exigencia técnica y comorbilidades asociadas, puede ser una opción válida y adecuada para el tratamiento de muchos pacientes. Si hablamos de las técnicas clásicas para el tratamiento de la inestabilidad de la ARCD, como serían el Darrach y el Sauvé-Kapandji, tenemos la clara ventaja de que es una técnica de reconstrucción anatómica, que no bloquea la articulación, sino que la estabiliza, por lo que la función posterior es más adecuada. Además, es una técnica mucho menos agresiva y con menor comorbilidad, no afectando a la articulación radio-cúbito-carpiana. El Darrach tiene una clara tendencia a crear hipermovilidad en el muñón del cúbito y a dejar como secuela una clara pérdida de fuerza, motivo por el cual se reserva para pacientes con baja demanda funcional. Por otro lado, el Sauvé-Kapandji tiene tendencia a crear una degeneración de la articulación a largo plazo. Ninguna de estas secuelas es esperable con la técnica quirúrgica propuesta.

Respecto a las diferentes técnicas de reconstrucción mediante artroplastias protésicas, nuestra técnica no es totalmente comparable, ya que las indicaciones serían diferentes. Las reconstrucciones protésicas tienen su indicación en aquellas inestabilidades que asocian una degeneración articular, mientras que nuestra reconstrucción tiene su indicación en pacientes sin esa degeneración articular. Independientemente, la complejidad de las artroplastias de sustitución y sus resultados inconsistentes hacen que sean a día de hoy un tipo de tratamiento complejo y reservado para casos muy concretos. Además, el tratamiento con una prótesis articular resulta económicamente más caro que una técnica de reconstrucción con autoinjerto.

Respecto a la técnica de Adams, en la que se reconstruyen de forma anatómica los ligamentos radiocubitales distales, podemos ver que, si bien es una técnica análoga en el sentido de que usa autoinjerto y busca una reconstrucción anatómica, es una

técnica más compleja que puede tener la complicación asociada de que el injerto obtenido no sea lo suficientemente largo como para poder llevar a cabo la reconstrucción, como sugieren algunos estudios (90).

Nuestra técnica se asemeja a la que Riggenbach (20) propone para la reconstrucción de la BOD, sin embargo, ésta presenta una serie de diferencias. En primer lugar, no es una técnica que percutánea, ya que la describen con una incisión necesaria de unos 6cm. Además, la técnica tiene más riesgo de fractura iatrogénica ya que los túneles óseos dejan un puente óseo de apenas 3-5mm hasta la cortical, por lo que ese puente puede ser susceptible de fracturarse e imposibilitar el desarrollo de la técnica. La reconstrucción depende de una sutura tipo Pulvertaft, que puede ser más proclive a fallos, al depender únicamente de la tensión del tendón y una sutura que puede ceder. En el estudio propuesto por Aita (17), la técnica quirúrgica también es más agresiva, con la pérdida completa del músculo brachioradialis y además requiere la utilización de una aguja de Kirschner temporal, hecho proclive a complicaciones locales y que además hay que retirar posteriormente. Adicionalmente, la disposición de la plastia no sigue la dirección anatómica habitual de la BOD.

El equipo de Brink (106) presenta una técnica que es similar a la propuesta en nuestro trabajo, pero con las diferencias de que usa el palmar largo (o flexor carpi radialis si no existe el palmar largo) y lo disecan completamente, por lo que pierde su función, además de precisar una incisión adicional. Los túneles tienen una dirección similar, sin embargo, a nivel radial se brocan 5mm, con el mayor riesgo que eso supone respecto a nuestro brocado, que es de 4mm. Por último, creemos que la estabilización dependiente de un nudo sobre el propio autoinjerto puede tener menor resistencia que la fijación con dos tornillos de biotenesis como es en nuestro caso.

Nuestra técnica también es similar a la utilizada en el estudio de De Vries (108), aunque esta última se basa en el uso de una técnica de suspensión con un sistema tipo sutura-suspensión bloqueado con una chapa metálica. Aunque la disposición de la nueva banda es análoga a la nuestra, y por tanto anatómica, y la técnica puede hacerse percutánea, creemos que presenta diferencias importantes, entre las que destaca que precisa material metálico, susceptible a rechazos y alergias; el brocado se realiza a través de la MI por lo que hay riesgo de dañar las estructuras vasculonerviosas que discurren por el espacio interóseo; y por último, creemos que al usarse un sistema mecánico no

biológico, es más proclive a fallos de sobretensión que no van a ceder con el tiempo, lo que puede dar lugar a problemas de pérdida de movilidad y dolor subsiguientes al procedimiento.

Indudablemente, todas estas técnicas que buscan la reconstrucción de la BOD, incluida la propuesta en este trabajo, son técnicas novedosas que han venido desarrollándose en los últimos años, y que por tanto aún no tienen estudios con resultados a muy largo plazo. Es más, actualmente los estudios aún son escasos, pero los buenos resultados preliminares arrojan un futuro en el que estas técnicas acabarán imponiéndose. Las técnicas de reconstrucción de la BOD, en general, tienen pocos estudios clínicos y con pocos pacientes intervenidos, no solo por la novedad de las diversas técnicas, sino por la baja incidencia de la patología, y además la dificultad del diagnóstico, lo que hace que en ocasiones pase desapercibida. Además, el conocimiento de estas técnicas aún no está del todo distribuido en la comunidad quirúrgica general, por lo que técnicas más clásicas como el Darrach o el Sauvé-Kapandji son usadas con más frecuencia por el conocimiento más alto que existe de ellas. Sin embargo, no dudamos que los buenos resultados y la reproducción anatómica de las técnicas de reconstrucción de la BOD, van a hacer que estas técnicas tengan su auge en los próximos años, dejando el hueco para las técnicas de salvamento y las artroplastias en casos más seleccionados y con comorbilidades asociadas que impidan la realización de la reconstrucción de la BOD.

6.4 SOBRE EL ESTUDIO CLÍNICO

El estudio fue realizado en base a 12 pacientes que presentaban una inestabilidad radiocubital distal clínica y radiográfica. Las variables que fueron usadas para realizar el estudio, están basadas en otros trabajos recogidos en la literatura. Así, comparando con el estudio de Espinosa (3), coincidimos en recoger la estabilidad de la articulación, el arco de movimiento, el DASH, la fuerza de agarre, el retorno al trabajo, la edad y el sexo. Comparando con el estudio de Hsiao (109), coincidimos en la escala VAS, la estabilidad y el rango de movimiento, y con el estudio de Aita (17) el VAS, DASH, rango de movilidad y complicaciones. El estudio de Jawahier (95) mide el rango de

movilidad, la fuerza de agarre y las complicaciones. Así, se puede observar que las variables escogidas están en consonancia con las descritas en la literatura.

La patología se desarrolló principalmente tras un mecanismo traumático de alta energía, lo que puede justificar la edad relativamente joven de los pacientes y la preponderancia de hombres frente a mujeres. También puede ser la causa de la mayor proporción de mano derechas afectadas, siendo la mano dominante la que con mayor frecuencia se usa como amortiguador de un golpe de forma instintiva.

En cuanto a los resultados postquirúrgicos al año de la cirugía, la situación de nuestros pacientes es en general muy buena, con una alta tasa de reincorporación laboral sin limitación, la aparición de una única complicación y la ausencia total de inestabilidad. Además, las escalas de valoración mostraron resultados buenos, con un dolor residual muy escaso y una funcionalidad media del miembro superior. Por último, la movilidad residual fue muy cercana al rango de movilidad completo de pronosupinación, considerando éste de 180º (4).

Si nos centramos en las diferencias mostradas en la edad, podemos ver que los pacientes más jóvenes no solo se recuperaron con menos dolor, sino también con más funcionalidad y movilidad.

El sexo no demostró ser un factor interesante en el estudio, ya que la única diferencia significativa es en la fuerza de agarre, y ésta no debe ser achacable a la cirugía.

La vuelta al trabajo sí que se vio determinada por los resultados clínicos, ya que los pacientes que mejor se reincorporaron a su puesto laboral, fueron los que mostraban menor dolor, más funcionalidad y más fuerza de agarre.

La movilidad y la funcionalidad se mostraron correlacionadas, como podía ser esperable, de la misma manera que los pacientes con más pronación, también resultaron tener mayor supinación. Como también podía resultar predecible, hubo una clara correlación entre la fuerza de agarre de la mano sana y la operada.

El hecho de que no hubiera diferencias entre los pacientes operados de la mano dominante o de la no dominante, orienta en la dirección de que la técnica quirúrgica

puede aplicarse con seguridad en la mano dominante ya que los pacientes responden favorablemente independientemente de la mano afecta. De la misma manera, la fuerza de agarre no demostró relación con la movilidad, la edad ni las escalas clínicas, por lo que parece que los pacientes mantienen una fuerza adecuada independientemente de otras variables.

6.5 INDICACIONES DE NUESTRA TÉCNICA QUIRÚRGICA

- Inestabilidad radiocubital distal crónica que no responde a tratamiento conservador habitual. Esta inestabilidad puede tener cualquier tipo de origen, ya que el efecto estabilizador de la plastia de la BOD es independiente de la causa de origen de la inestabilidad. Sin embargo, existen una serie de limitaciones o contraindicaciones que comentaremos más adelante.
- Inestabilidad radiocubital distal aguda con lesiones irreparables del CFCT. Nuestra técnica quirúrgica puede ser el tratamiento de entrada en aquellas lesiones traumáticas que desembocan en una inestabilidad aguda de la ARCD. Así, puede ser usada en la fractura-luxación de Galeazzi o en la lesión de Essex-Lopresti, una vez estabilizadas las lesiones óseas y una vez confirmada la permanencia de la inestabilidad. También puede ser el tratamiento en aquellas lesiones que, aunque raras, afecten de forma aislada a la estiloides cubital o en las luxaciones puras de la ARCD. Sin embargo, la existencia de procedimientos más sencillos y menos agresivos para el tratamiento agudo de la inestabilidad, hace que la técnica presentada, quede en un segundo plano, a la espera de la realización de estudios comparativos que puedan dilucidar la conveniencia de realizarla o no.
- Lesiones del CFCT que cursen con inestabilidad de la ARCD. Aquellas lesiones crónicas del CFCT que produzcan sintomatología podrían ser tratadas mediante esta técnica para mejorar la inestabilidad. El tratamiento directo sobre el CFCT es una clara opción terapéutica pero que tiene sus limitaciones debidas a la poca capacidad de reparación del tejido que conforma el CFCT, por lo que la reconstrucción de la BOD es una opción más que aceptable. Además, y como se

ha comentado con anterioridad, la aparición de una inestabilidad al lesionarse el CFCT es indicativo de, o bien la rotura de la BOD nativa, o bien de la ausencia de ésta, por lo que su reposición es un arma terapéutica a nuestro alcance. Independientemente, la clínica local asociada por la lesión del CFCT, a parte de la inestabilidad, necesitaría un enfoque terapéutico adecuado sobre el mismo CFCT.

6.6 CONTRAINDICACIONES DE NUESTRA TÉCNICA QUIRÚRGICA

- Inestabilidad radiocubital distal aguda tras fractura de EDR que precise osteosíntesis con placa y tornillos. Actualmente, el tratamiento más habitual en aquellas fracturas de EDR que se consideran quirúrgicas es la reducción abierta y la osteosíntesis con una placa y tornillos. La presencia de este material, principalmente los tornillos, limita en gran medida la reconstrucción de la BOD, ya que la realización del túnel de brocado sobre el radio está dificultada. Sí podría ser una opción en aquellos pacientes que, tras el tratamiento quirúrgico de la fractura, siguen presentando una inestabilidad y el radio ya está consolidado. En esos casos, se podría hacer una extracción del material de osteosíntesis y reconstruir la BOD en el mismo acto quirúrgico.
- Presencia de una artrosis en la articulación radio-cúbito-carpiana o en la ARCD. Como se ha comentado previamente, la degeneración de la articulación contraindica nuestra técnica, ya que, aunque consiga obtener la estabilidad de la articulación, no podría evitar la persistencia de los síntomas asociados a la artrosis.
- Presencia de una infección activa o proceso tumoral en la ARCD o la muñeca. Por razones obvias, la infección activa o la presencia tumoral son una contraindicación del tratamiento de la inestabilidad, ya que se corre el riesgo de una diseminación del proceso y un mayor peligro de fracaso de la técnica.
- La negativa del paciente.

- Comorbilidades asociadas del paciente que contraindiquen una cirugía reconstructiva o un proceso anestésico.
- Al ser una técnica que se realiza con autoinjerto y tornillos de biotenedesis que son bioinertes, no hay problemática asociada a material extraño, rechazos inmunológicos o alergias a metales.

6.7 LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS

El estudio biomecánico tiene la limitación de una muestra de solo tres especímenes cadavéricos, lo que limita la potencia estadística del mismo. El tiempo limitado en el laboratorio de biomecánica dificulta el estudio sobre una muestra mayor de especímenes.

En el caso del estudio clínico, la población también es limitada, con una muestra de doce pacientes. Además, al tratarse de un estudio descriptivo, no se puede analizar la diferencia entre la situación previa a la cirugía y la postquirúrgica. Adicionalmente, todos los pacientes fueron intervenidos por el mismo cirujano ortopédico, por lo que, aunque se reducen los fallos por inexperiencia del cirujano, no se está teniendo en consideración la aplicabilidad de la técnica en un ámbito más generalizado.

6.8 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio de la técnica quirúrgica continuará con un aumento de la base de pacientes y un estudio prospectivo en el que se puedan comparar los pacientes antes y después de la cirugía, y comparar la técnica aquí propuesta con otras cirugías para la resolución de la inestabilidad radiocubital distal.

Otra línea prevista de investigación futura es el tratamiento de la lesión de Essex-Lopresti. La utilización del ECRL como injerto, dada su longitud, podría aprovecharse para tratar pacientes con esta lesión. Se haría realizando la misma técnica quirúrgica descrita, y añadiendo un brocado adicional proximal, desde el cúbito hacia el radio para la reconstrucción de la banda central de la MI, continuando esta reconstrucción a la

realizada previamente sobre la BOD. De la misma manera, se realizaría un estudio biomecánico y otro clínico con la base de los realizados para este trabajo.

7. CONCLUSIONES

1. La banda oblicua distal desempeña un papel importante en la estabilidad de la articulación radiocubital distal, actuando como estabilizador primario al mismo nivel que el complejo fibrocartílagos triangular.
2. La reconstrucción aislada de la banda oblicua distal aporta una estabilidad articular comparable a la articulación sin lesiones y claramente superior a la articulación inestable.
3. La técnica quirúrgica propuesta es un procedimiento seguro, mínimamente invasivo, técnicamente reproducible y que aporta una estabilidad adecuada a la articulación radiocubital distal.
4. Los resultados clínicos de la técnica propuesta muestran una buena recuperación funcional, con escaso dolor residual, y una fuerza y movilidad similar a la normalidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Kakar S, Carlsen BT, Moran SL, Berger RA. The management of chronic distal radioulnar instability. *Hand Clin.* 2010;26(04):517–528.
2. Thomas BP, Sreekanth R. Distal radioulnar joint injuries. *Indian journal of orthopaedics.* 2012; 46(5): 493-504.
3. Espinosa-Gutiérrez A, Rivas-Montero JA, Sánchez-Gutiérrez LE. Inestabilidad radiocubital distal: reconstrucción del ligamento dorsal del fibrocartílago triangular y su evolución. *Acta ortopédica mexicana.* 2007; 21(5): 282-288.
4. Qazi S, Graham D, Regal S, Tang P, Hammarstedt JE, Szabo RM. Distal radioulnar joint instability and associated injuries: a literature review. *J Hand Microsurg.* 2021; 13 (3): 123-131.
5. Nakamura T, Yabe Y, Horiuchi Y. Functional anatomy of the triangular fibrocartilage complex. *J Hand Surg [Br].* 1996; 21(5):581–586.
6. Boyd B, Adams J. Distal radioulnar joint instability. *Hand Clin.* 2021; 37(4): 563-573.
7. Nakamura T, Yabe Y. Histological anatomy of the triangular fibrocartilage complex of the human wrist. *Ann Anat.* 2000; 182(6):567–572.
8. 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; 32(7):1086–1106.
9. Benjamin M, Evans EJ, Pemberton DJ. Histological studies on the triangular fibrocartilage complex of the wrist. *J Anat.* 1990; 172: 59–67.
10. Moritomo H. Anatomy and clinical relevance of the ulnocarpal ligament. *J Wrist Surg.* 2013; 2(2): 186–189.

11. Moradi A, Binava R, Vahedi E, Ebrahimzadeh MH, Jupiter JB. Distal radioulnar joint prosthesis. *Arch Bone Jt Surg*. 2021;9(1): 22-32.
12. Omokawa S, Iida A, Kawamura K, Nakanishi Y, Shimizu T, Kira T, et al. A biomechanical perspective on distal radioulnar joint instability. *J Wrist Surg* 2017; 6(2): 88-96.
13. Martínez F, García J, García A. Fibrocartílago triangular del carpo. Anatomía, biomecánica y diagnóstico. Alemania: Académica Española; 2012.
14. 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; 21(5): 587–594.
15. Adams B. Inestabilidad de la articulación radiocubital distal. *Green's Cirugía de la mano*. 1. Madrid: Marban Libros; 2007. p. 605-9.
16. 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; 34(3): 415–422.
17. Aita MA, Mallozi RC, Ozaki W, Ikeuti DH, Consoni DAP, Ruggiero G. Ligamentous reconstruction of the interosseous membrane of the forearm in the treatment of instability of the distal radioulnar joint. *Rev Bras Orthop*. 2018; 53(2): 184–191.
18. Hohenberger GM, Schwarz AM, Weiglein AH, Krassnig R, Kuchling S, Plecko M. Prevalence of the distal oblique bundle of the interosseous membrane of the forearm: an anatomical study. *J Hand Surg Eur*. 2018; 43(4): 426–430.
19. Kitamura T, Moritomo H, Arimitsu S, et al. The biomechanical effect of the distal interosseous membrane on distal radioulnar joint stability: a preliminary anatomic study. *J Hand Surg Am*. 2011; 36(10): 1626–1630.

20. Rigenbach MD, Conrad BP, Wright TW, Dell PC. Distal oblique bundle reconstruction and distal radioulnar joint instability. *J Wrist Surg.* 2013; 2(4): 330–336.
21. Delbast L, Pic JB, Thibault MD, Dimet J, Cédric L. Stabilization of the distal radioulnar joint by reconstructing the interosseous membrane's distal oblique bundle: cadaver study. *Orthop Trauma Surg Res.* 2020; 106(8): 1581–1587.
22. Low SL, Clippinger BB, Landfair GL, Criner-Woozley K. A biomechanical evaluation of the DRUJ after distal oblique bundle reconstruction. *J Hand Surg Am.* 2020; 45(5): 452.e1-452.e8.
23. Orbay JL, Gardner B, Heifner JJ, Martin A, Mercer DM. The contribution of the distal oblique band to distal radioulnar joint stability. *J Hand Surg Am.* 2024.
24. Angelis S, Apergis E, Kanellos P, Apostolopoulos A, Vlasis K, Piagkou M, Filippou D. The distal oblique bundle in the distal forearm: from anatomical features to clinical implementation. *Cureus.* 2023; 15(12).
25. Kim YH, Gong HS, Park JW, Yang HK, Kim K, Baek GH. Magnetic resonance imaging evaluation of the distal oblique bundle in the distal interosseous membrane of the forearm. *BMC Musculoskelet disord.* 2017; 18(1): 1-5.
26. He X, Chen F, Li J, Dong X, Zhang H, Guo L. MRI-related risk factors for distal radioulnar joint instability. *Orthop Surg.* 2023; 15(5): 1289-1297.
27. Moritomo H. The distal interosseous membrane: current concepts in wrist anatomy and biomechanics. *The Journal of hand surgery.* 2012; 37(7): 1501-1507.
28. Angelis S, Apergis E, Apostolopoulos AP, Salmas M, Filippou DK, Karadimas EJ, Balfousias T, Kosmas L, Maris S, Vynichakis G. Distal Oblique Bundle in the Distal Interosseous Membrane of the Forearm: Review of Current Knowledge. *J Long Term Eff Med Implants.* 2019; 29(3): 215-219
29. Tan DMK, Lim JX. Treatment of carpal instability and distal radioulnar joint

- instability. *Clin Plast Surg.* 2019; 46(3): 451–468.
30. Ekenstam FA, Hagert CG. Anatomical studies on the geometry and stability of the distal radio ulnar joint. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery.* 1985; 19(1):17-25.
 31. Moritomo H, Noda K, Goto A, Murase T, Yoshikawa H, Sugamoto K. Interosseous membrane of the forearm: length change of ligaments during forearm rotation. *J Hand Surg Am.* 2009; 34(4): 685-691.
 32. Houdek MT, Wagner ER, Moran SL, Berger RA. Disorders of the distal radioulnar joint. *Plastic and reconstructive surgery.* 2015; 135(1): 161-172.
 33. Szabo RM. Distal radioulnar joint instability. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88(4): 884-894.
 34. Nakanishi Y, Shimizu T, Kira T, et al. A biomechanical perspective on distal radioulnar joint instability. *J Wrist Surg.* 2017; 6(2): 88-96.
 35. Palmer AK, Werner FW. Biomechanics of the distal radioulnar joint. *Clin Orthop.* 1984; 187(7): 8.
 36. Palmer AK, Werner FW, Glisson RR, Murphy DJ. Partial excision of the triangular fibrocartilage complex. *J Hand Surg.* 1988; 13(3): 391-394.
 37. Wolfe, Scott W., Pederson, W. C., & Kozin, S. H. (2010). *Green's Operative Hand Surgery E-book: Expert Consult: Online and print.* Elsevier Health Sciences.
 38. Ward LD, Ambrose CG, Masson MV, Levaro F. The role of the distal radioulnar ligaments, interosseous membrane, and joint capsule in distal radioulnar joint stability. *J Hand Surg Am.* 2000; 25(2): 341–351.
 39. Hagert E, Hagert CG. Understanding stability of the distal radioulnar joint through an understanding of its anatomy. *Hand clinics.* 2010; 26(4): 459-466.

40. Radin EL, Riseborough EJ. Fractures of the radial head. A review of eighty-eight cases and analysis of the indications for excision of the radial head and non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1966; 48(6): 1055–1064.
41. Moritomo H, Omori S. Influence of ulnar translation of the radial shaft in distal radius fracture on distal radioulnar joint instability. *J Wrist Surg.* 2014; 3: 18-21.
42. Watanabe H, Berger RA, Berglund LJ, Zobitz ME, An KN. Contribution of the interosseous membrane to distal radioulnar joint constraint. *J Hand Surg Am.* 2005; 30(6): 1164–1171.
43. Riggensbach MD, Wright TW, Dell PC. Reconstruction of the distal oblique bundle of the interosseous membrane: a technique to restore distal radioulnar joint stability. *J Hand Surg Am.* 2015; 40(11): 2279–2282.
44. Spinner M, Kaplan EB. Extensor carpi ulnaris. Its relationship to the stability of the distal radio-ulnar joint. *Clinical orthopaedics and related research.* 1970; 68: 124-129.
45. Gordon KD, Pardo RD, Johnson JA, King GJ, Miller TA. Electromyographic activity and strength during maximum isometric pronation and supination efforts in healthy adults. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society.* 2004; 22(1): 208-213.
46. Arimitsu S, Moritomo H, Kitamura T, Berglund LJ, Zhao KD, An KN, et al. The stabilizing effect of the distal interosseous membrane on the distal radioulnar joint in an ulnar shortening procedure: a biomechanical study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume.* 2011; 93(21): 2022-2030.
47. Rodríguez-Merchán EC, Shojaie B, Kachooei AR. Distal radioulnar joint instability: Diagnosis and treatment. *Arch Bone Jt Surg.* 2022;10(1):3–16.
48. Mulford JS, Axelrod TS. Traumatic injuries of the distal radioulnar joint. *Hand clinics.* 2010; 26(1): 155-163.

49. Schneppendahl J, Windolf J, Kaufmann RA. Distal radius fractures: current concepts. *J Hand Surg.* 2012; 37(8): 1718-1725.
50. Katt BM, Tawfik A, Zingas N, Sirch F, Beredjikian PK, Fletcher D. Distal radioulnar joint osteoarthritis: An update on treatment options. *J Hand Microsurg.* 2023;15(1):5–12.
51. Xiao AX, Graf AR, Dawes A, Daley C, Wagner ER, Gottschalk MB. Management of acute distal radioulnar joint instability following a distal radius fracture: a systematic review and meta-analysis. *J Hand Surg Glob Online.* 2021; 3(3):133–138.
52. 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; 35(1): 41–45.
53. Tay SC, Tomita K, Berger RA. The “ulnar fovea sign” for defining ulnar wrist pain: an analysis of sensitivity and specificity. *J Hand Surg Am.* 2007; 32(4): 438–444.
54. Lindau T, Adlercreutz C, Aspenberg P. Peripheral tears of the triangular fibrocartilage complex cause distal radioulnar joint instability after distal radial fractures. *J Hand Surg Am.* 2000; 25(3): 464–468.
55. Wijffels M, Brink P, Schipper I. Clinical and non-clinical aspects of distal radioulnar joint instability. *Open Orthop J.* 2012; 6(01): 204–210.
56. King GJ, McMurtry RY. Physical examination of the wrist and hand. In: Gilula LA, Yin Y, eds. *Imaging of the Wrist and Hand.* Philadelphia: WB Saunders; 1996: 5–18.
57. Cooney WP, Bishop AT, Linscheid RL. Physical examination of the wrist. In: Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH, eds. *The Wrist.* 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 1998: 236–261.
58. Nakamura T. Pathology, diagnosis and treatment of distal radioulnar ligament instability [in Japanese]. *J Jpn Orthop Assoc* 2008; 82(2): 90.

59. Mino DE, Palmer AK, Levinsohn EM. Radiography and computed tomography in the diagnosis of incongruity of the distal radio-ulnar joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1985; 67(2): 247-252.
60. Wechsler RJ, Wehbe MA, Rifkin MD, Edeiken J, Branch HM. Computed tomography diagnosis of distal radioulnar subluxation. *Skeletal Radiol.* 1987; 16(1): 1-5.
61. Nakamura R, Horii E, Imaeda T, Nakao E. Criteria for diagnosing distal radioulnar joint subluxation by computed tomography. *Skeletal Radiol.* 1996; 25(7): 649-653.
62. Chiang CC, Chang MC, Lin CF, Liu Y, Lo WH. Computerized tomography in the diagnosis of subluxation of the distal radioulnar joint. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei)* 1998; 61(12): 708-715.
63. McGinley JC, Roach N, Hopgood BC, Limmer K, Kozin SH. Forearm interosseous membrane trauma: MRI diagnostic criteria and injury patterns. *Skeletal Radiology.* 2006; 35(5): 275-281.
64. Starch DWD, Eugene J. Magnetic Resonance imaging of the interosseous membrane of the forearm. *J Bone Joint Surg AM.* 2001; 83(2): 235-238.
65. Lee Y, Ahn J, Gong HS. Clinical relationship between distal interosseous membrane thickness measured through magnetic resonance imaging and distal radioulnar joint stability: A retrospective study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2022; 75(1): 340-347.
66. Okada K, Moritoma H, Miyake J, Kataoka T, Tanaka H, Murase T, Yoshikawa H. Morphological evaluation of the distal interosseous membrane using ultrasound. *Eur J OrthopSurg Traumatol.* 2014; 24(7): 1095-1100.
67. Mesplíé G, Grelet V, Léger O, Lemoine S, Ricarrère D, Geoffroy C. Rehabilitation of distal radioulnar joint instability. *Hand Surg Rehabil.* 2017; 36(5): 314-321.

68. Kakar S, Carlsen BT, Moran SL, Berger RA. The management of chronic distal radioulnar instability. *Hand clinics*. 2010; 26(4): 517-528.
69. Fujitani R, Omokawa S, Akahane M, Iida A, Ono H, Tanaka Y. Predictors of distal radioulnar joint instability in distal radius fractures. *J Hand Surg*. 2011; 36(12): 1919-1925.
70. Dy CJ, Jang E, Taylor SA, Meyers KN, Wolfe SW. The impact of coronal alignment on distal radioulnar joint stability following distal radius fracture. *J Hand Surg*. 2014; 39(7): 1264-1272.
71. Ross M, Di Mascio L, Peters S, Cockfield A, Taylor F, Couzens G. Defining residual radial translation of distal radius fractures: a potential cause of distal radioulnar joint instability. *Journal of wrist surgery*. 2014; 3(1): 22-29.
72. Sammer DM, Chung KC. Management of the distal radioulnar joint and ulnar styloid fracture. *Hand clinics*. 2012; 28(2): 199-206.
73. Souer JS, Ring D, Matschke S, Audige L, Marent-Huber M, Jupiter JB, et al. Effect of an unrepaired fracture of the ulnar styloid base on outcome after plate-and-screw fixation of a distal radial fracture. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 2009; 91(4): 830-838.
74. May MM, Lawton JN, Blazar PE. Ulnar styloid fractures associated with distal radius fractures: incidence and implications for distal radioulnar joint instability. *J Hand Surg*. 2002; 27(6): 965-971.
75. Jupiter JB. Commentary: the effect of ulnar styloid fractures on patient-rated outcomes after volar locking plating of distal radius fractures. *J Hand Surg*. 2009; 34(9): 1603-1604.
76. Almedghio S, Arshad MS, Almari F, Chakrabarti I. Effects of ulnar styloid fractures on unstable distal radius fracture outcomes: A systematic review of comparative studies. *J Wrist Surg*. 2018; 7(2): 172-181.

77. Yuan C, Zhang H, Liu H, Gu J. Does concomitant ulnar styloid fracture and distal radius fracture portend poorer outcomes? A meta-analysis of comparative studies. *Injury*. 2017; 48(11): 2575-2581.
78. Meyer MA, Leversedge FJ. Management of ulnar styloid nonunions. *Hand Clin*. 2024; 40(1): 97-103.
79. Malgaigne JF. *Traité Des Fractures Et Des Luxations, Vol. 2*. Paris, Baillière; 1855.
80. Darrach W. Partial excision of lower shaft of ulna for deformity following Colles's fracture. 1913. *Clin Orthop Relat Res* 1992; (275): 3-4.
81. Tulipan DJ, Eaton RG, Eberhart RE. The Darrach procedure defended: technique redefined and long-term follow-up. *J Hand Surg Am*. 1991; 16(3): 438-444.
82. Breen TF, Jupiter JB. Extensor carpi ulnaris and flexor carpi ulnaris tenodesis of the unstable distal ulna. *J Hand Surg Am*. 1989; 14(4): 612-617.
83. Chu PJ, Lee HM, Hung ST, Shih JT. Stabilization of the proximal ulnar stump after the Darrach or Sauvé-Kapandji procedure by using the extensor carpi ulnaris tendon. *Hand (NY)*. 2008; 3(4): 346-351.
84. Sauvé L. Nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations recidivantes isolees de l'extremite inferieure du cubitus. *J Chir (Paris)*. 1936; 47: 589-594.
85. Bowers WH. Distal radioulnar joint arthroplasty: the hemiresection-interposition technique. *J Hand Surg Am*. 1985; 10(2): 169-178.
86. Nikkhah D, Rodrigues J, Dejager L. Do patients really do better after the Sauvé-Kapandji procedure when compared to the Darrach procedure? A systematic review. *J Hand Surg Eur Vol*. 2011; 36(7): 615.
87. Calcagni M, Giesen T. Distal radioulnar joint arthroplasty with implants: a systematic review. *EFORT Open Rev*. 2016;1(5):191-196.

88. Adams BD. Anatomic reconstruction of the distal radioulnar ligaments for DRUJ instability. *Techniques in hand and upper extremity surgery*. 2000; 4(3): 154–160.
89. Adams BD, Berger RA. An anatomic reconstruction of the distal radioulnar ligaments for posttraumatic distal radioulnar joint instability. *J Hand Surg Am*. 2002; 27(2): 243-251.
90. Teoh LC, Yam AK. Anatomic reconstruction of the distal radioulnar ligaments: long-term results. *J Hand Surg Br*. 2005; 30(2): 185-193.
91. Azteï A. New trends in arthroscopic management of the type 1-B TFCC injuries with DRUJ instability. *J Hand Surg Eur Vol*. 2009; 34(5): 582-591.
92. Scheker LR, Belliappa PP, Acosta R, German DS. Reconstruction of the dorsal ligament of the triangular fibrocartilage complex. *J Hand Surg Br*. 1994; 19(3): 310-318.
93. Scheker LR, Ozer K. Ligamentous stabilization of the distal radioulnar joint. *Techniques in hand & upper extremity surgery*. 2004; 8(4): 239-246.
94. Nakamura T, Sato K, Okazaki M, Toyama Y, Ikegami H. Repair of foveal detachment of the triangular fibrocartilage complex: open and arthroscopic transosseous techniques. *Hand clinics*. 2011; 27(3): 281-290.
95. Jawahier PA, Rahimtoola ZO, Schep NWL. Stabilization of the distal radioulnar joint using the tightrope implant: a distal oblique bundle augmentation. *J Wrist Surg*. 2023; 12(5): 453-459.
96. Andersson JK, Ahlén M, Andernord D. Open versus arthroscopic repair of the triangular fibrocartilage complex: a systematic review. *J Exp Orthop*. 2018; 5(1): 6.
97. Robba V, Fowler A, Karantana A, Grindlay D, Lindau T. Open versus arthroscopic repair of 1B ulnar-sided triangular fibrocartilage complex tears: a systematic review. *Hand (NY)*. 2020; 15(4): 456-464.

98. Ruch DS, Yang CC, Smith BP. Results of acute arthroscopically repaired triangular fibrocartilage complex injuries associated with intra-articular distal radius fractures. *Arthroscopy*. 2003; 19(5): 511-516.
99. Fok MWM, Fang CX, Lau TW, Fung YKE, Fung BKK, Leung FKL. The status of triangular fibrocartilage complex after the union of distal radius fractures with internal plate fixation. *Int Orthop*. 2018; 42(8): 1917-1922.
100. Atesok KI, Jupiter JB, Weiss AP. Galeazzi fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011; 19(10): 623-633.
101. Moritomo H. The function of the distal interosseous membrane and its relevance to the stability of the distal radioulnar joint: An anatomical and biomechanical review. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2015; 47(5): 277-280.
102. Johnston K, Durand D, Hildebrand KA. Chronic volar distal radioulnar joint instability: joint capsular plication to restore function. *Can J Surg*. 2009; 52(2): 112-118.
103. Atesok KI, Jupiter JB, Weiss AP. Galeazzi fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011; 19(10): 623-633.
104. Giannoulis FS, Sotereanos DG. Galeazzi fractures and dislocations. *Hand Clin*. 2007; 23(2): 153-163.
105. Rettig ME, Raskin KB. Galeazzi fracture-dislocation: a new treatment-oriented classification. *J Hand Surg Am*. 2001; 26(2): 228-235.
106. Brink PR, Hannemann PF. Distal oblique bundle reinforcement for treatment of DRUJ instability. *J Wrist Surg*. 2015; 4(3): 221–228.
107. García-Reyes Chozas, V. Reconstrucción mínimamente invasiva de la banda oblicua distal. Estudio anatómico. Madrid: Universidad complutense de Madrid; 2016.

108. de Vries EN, Walenkamp MM, Mulders MA, Dijkman CD, Strackee SD, Schep NW. Minimally invasive stabilization of the distal radioulnar joint: a cadaveric study. *J Hand Surg Eur Vol.* 2017; 42: 363-369.
109. Hsiao YN, Chien CS, Wu TM. Treatment of acute distal radioulnar joint instability with distal oblique bundle augmentation of the interosseous membrane by suture-button suspension: A case series. *Jt Dis Relat Surg.* 2022; 33(3): 658-665.
110. Giménez-Ros A, León-Muñoz VJ, Santonja-Medina F, Calvo-Guirado JL, Martínez-Martínez F. Biomechanical invasive reconstruction of the distal oblique band of the interosseous membrane with extensor carpi radialis longus in radioulnar instability: A new clinical therapy for athlete. *J Clin Images Med Case Rep.* 2022; 3(8): 2010.
111. Martínez-Martínez F, Giménez-Ros A, León-Muñoz VJ, Santonja-Medina F. Reconstruction of the Distal Oblique Bundle of the Interosseous Membrane with Extensor Carpi Radialis Hemitendon: A New Minimally-Invasive Technique. *Rev Iberam Cir Mano.* 2020; 48: 138–142.
112. R Core Team. *A Language and Environment for Statistical Computing.* R Foundation for Statistical Computing (Vienna, Austria). 2018.
113. Fellows I. Deducer: A Data Analysis GUI for R. *Journal of Statistical Software.* 2012; 49(8): 1-15.
114. Fahandezh-Saddi Díaz, Homid. Estudio anatómico del abductor accesorio de la mano y su correlación clínico-ecográfica. Estudio en cadáver. Madrid: Universidad complutense de Madrid; 2015.
115. Esplugas M, Aixalá Llobet V. Lesiones del complejo fibrocartílago triangular. Tipos de reparación. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular.* 2014; 21(1): 14-27.

9. ANEXOS

ANEXO 1



CUESTIONARIO DASH

INSTRUCCIONES: Este cuestionario le pregunta sobre sus síntomas así como su capacidad para realizar ciertas actividades o tareas. Por favor conteste cada pregunta basándose en su condición o capacidad durante la última semana. Para ello marque un círculo en el número apropiado. Si usted no tuvo la oportunidad de realizar alguna de las actividades durante la última semana, por favor intente aproximarse a la respuesta que considere que sea la más exacta. No importa que mano o brazo use para realizar la actividad; por favor conteste basándose en su habilidad o capacidad y como puede llevar a cabo dicha tarea o actividad.

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

1. Abrir un bote de cristal nuevo.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

2. Escribir.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

3. Preparar la comida.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

4. Girar la llave para abrir la puerta o encender el coche.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

5. Empujar y abrir una puerta pesada.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

6. Colocar un objeto en estanterías situadas por encima de su cabeza.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

7. Realizar tareas duras de la casa como fregar el piso, limpiar paredes y cristales, etc.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

8. Arreglar el jardín o realizar trabajos en el campo.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

9. Hacer las camas.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

10. Cargar una bolsa del supermercado o llevar un maletín.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

11. Cargar un objeto pesado (más de 5 kg).

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

12. Cambiar una bombilla en el techo.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

13. Lavarse y secarse el pelo.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

14. Lavarse la espalda.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

15. Ponerse un jersey o un suéter.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

16. Usar un cuchillo para cortar alimentos.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

17. Actividades de entretenimiento que requieren poco esfuerzo como hacer punto, coser, jugar a las cartas o al dominó.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

18. Actividades que requieren algo de esfuerzo para su brazo, hombro o mano, como usar un martillo, jugar al golf, al tenis o a la petanca.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

19. Actividades que requieren que su brazo se mueva libremente como nadar.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

20. Conducir.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

21. Actividad sexual.

1. Ninguna dificultad

2. Poca dificultad

3. Dificultad moderada

4. Mucha dificultad

5. Incapaz

22. ¿Durante la última semana, sus problemas de hombro, brazo o mano han interferido con su actividad social habitual con la familia, sus amigos o compañeros de trabajo?

1. No. Para nada

2. Poco

3. Regular

4. Bastante limitado

5. Imposible de realizar

23. ¿Durante la última semana ha tenido usted dificultad para realizar su trabajo u otras actividades diarias debido a problemas en su hombro, brazo o mano?

1. No. Para nada

2. Poco

3. Regular

4. Bastante limitado

5. Imposible de realizar

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

24. Dolor en el hombro, brazo o mano.

1. Ninguno

2. Leve

3. Moderado

4. Grave

5. Muy grave

25. Dolor del hombro, el brazo o la mano cuando realiza cualquier actividad específica:

1. Ninguno

2. Leve

3. Moderado

4. Grave

5. Muy grave

26. Sensación de calambres, hormigueos o de electricidad en el hombro, brazo o mano.

1. Ninguno

2. Leve

3. Moderado

4. Grave

5. Muy grave

27. Debilidad o falta de fuerza en el hombro, brazo o la mano.

1. Ninguno

2. Leve

3. Moderado

4. Grave

5. Muy grave

28. Rigidez o falta de movilidad en el hombro, el brazo o la mano.

1. Ninguno

2. Leve

3. Moderado

4. Grave

5. Muy grave

29. ¿Durante la última semana, ha tenido dificultad para dormir debido a dolor en el hombro, brazo o mano?

1. Ninguno

2. Leve

3. Moderado

4. Grave

5. Muy grave

30. "Me siento con menos capacidad, confianza y útil debido a mi problema con el hombro, brazo o mano.

1. Completamente falso

2. Falso

3. No lo se

4. Cierto

5. Completamente cierto

MÓDULO DE TRABAJO (Opcional)

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

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

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

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

¿Tuvo usted alguna dificultad para usar su técnica habitual de trabajo?

- 1. Ninguna dificultad
- 2. Poca dificultad
- 3. Dificultad moderada
- 4. Mucha dificultad
- 5. Imposible

¿Tuvo usted alguna dificultad para hacer su trabajo habitual debido al dolor del hombro, brazo o mano?

- 1. Ninguna dificultad
- 2. Poca dificultad
- 3. Dificultad moderada
- 4. Mucha dificultad
- 5. Imposible

¿Tuvo usted alguna dificultad para realizar su trabajo tan bien como le gustaría?

- 1. Ninguna dificultad
- 2. Poca dificultad
- 3. Dificultad moderada
- 4. Mucha dificultad
- 5. Imposible

¿Tuvo usted alguna dificultad para emplear la cantidad habitual de tiempo en su trabajo?

- 1. Ninguna dificultad
- 2. Poca dificultad
- 3. Dificultad moderada
- 4. Mucha dificultad
- 5. Imposible

ACTIVIDADES ESPECIALES DEPORTES/MÚSICOS (Opcional)

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

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

¿Tuvo alguna dificultad para usar su técnica habitual al tocar su instrumento o practicar su deporte?

- 1. Ninguna dificultad
- 2. Poca dificultad
- 3. Dificultad moderada
- 4. Mucha dificultad
- 5. Imposible

¿Tuvo alguna dificultad para tocar su instrumento habitual o practicar su deporte debido a dolor en el brazo, hombro o mano?

- 1. Ninguna dificultad
- 2. Poca dificultad
- 3. Dificultad moderada
- 4. Mucha dificultad
- 5. Imposible

¿Tuvo alguna dificultad para tocar su instrumento o practicar su deporte tan bien como le gustaría?

- 1. Ninguna dificultad
- 2. Poca dificultad
- 3. Dificultad moderada
- 4. Mucha dificultad
- 5. Imposible

¿Tuvo alguna dificultad para emplear la cantidad de tiempo habitual en tocar su instrumento o practicar su deporte?

1. Ninguna dificultad
2. Poca dificultad
3. Dificultad moderada
4. Mucha dificultad
5. Imposible

