

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
Departamento de Cirugía



TESIS DOCTORAL

**Reconstrucción mínimamente invasiva de la banda oblicua distal.
Estudio anatómico**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Virginia García-Reyes Chozas

Directores

**Fernando Corella Montoya
María Teresa Vázquez Osorio**

Madrid, 2016

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Cirugía



RECONSTRUCCIÓN MÍNIMAMENTE INVASIVA DE LA BANDA OBLICUA DISTAL.

ESTUDIO ANATÓMICO.

TESIS DOCTORAL

VIRGINIA GARCÍA-REYES CHOZAS

MADRID, 2015.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Cirugía



RECONSTRUCCIÓN MÍNIMAMENTE INVASIVA DE LA BANDA OBLICUA DISTAL.

ESTUDIO ANATÓMICO.

TESIS DOCTORAL

VIRGINIA GARCÍA-REYES CHOZAS

DIRECTORES:

FERNANDO CORELLA MONTOYA

MARIA TERESA VAZQUEZ OSORIO

MADRID, 2015.

INFORME DE LOS DIRECTORES

DATOS DEL DIRECTOR DE LA TESIS DOCTORAL:

- Dr. Fernando Corella Montoya.
- Hospital Universitario Infanta Leonor.
- DNI: 53007264S. E-mail: fernando.corella@gmail.com

La doctorando ha realizado un trabajo detallado sobre el diseño y viabilidad de una nueva técnica mínimamente invasiva para la reconstrucción anatómica de la banda oblicua distal. Esta reconstrucción puede ser una alternativa como tratamiento de la inestabilidad radioulnar distal. Para ello, durante los últimos años, se ha realizado un estudio en cadáver para analizar la anatomía y variabilidad de la banda oblicua distal en 30 especímenes. Basándose en este estudio anatómico, se ha diseñado una técnica reconstructiva. Esta técnica se ha realizado en siete especímenes para valorar su viabilidad. Posteriormente se ha realizado un estudio anatómico, de todos los especímenes intervenidos, para valorar las posibles lesiones iatrógenas y su seguridad.

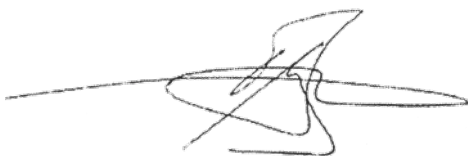
El trabajo científico cumple la metodología científica exigible:

- En la introducción se realiza una revisión bibliográfica muy actualizada de la anatomía y biomecánica de la articulación radioulnar distal y de la banda oblicua distal, junto a la fisiopatología y tratamientos actuales de la inestabilidad radioulnar distal.

- La hipótesis de trabajo es válida y conduce a describir una técnica que puede añadir ventajas a las ya descritas para la inestabilidad radioulnar distal. Los objetivos están encaminados a analizar la anatomía normal y a demostrar la viabilidad y seguridad de la técnica reconstructiva.
- El material y método es correcto y está definido con suficiente claridad para ser reproducido por otro investigador.
- Los resultados se han presentado de forma concisa y clara en el mismo orden que en la sección de material y método.
- La discusión está correctamente estructurada y razonada. Se justifica el diseño de una nueva técnica y se compara con otras técnicas ya descritas para la inestabilidad radioulnar distal.
- Las conclusiones prueban la consecución de todos los objetivos planteados en el trabajo.

Por tanto, el trabajo presentado reúne los requisitos científicos y formales para ser leído y defendido como Tesis Doctoral para optar a grado de Doctor en Medicina, siempre y cuando el Tribunal designado para tal efecto por la Universidad Complutense de Madrid, lo considere.

Madrid, a 31 de Agosto, 2015

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the left.

DATOS DEL DIRECTOR DE LA TESIS DOCTORAL:

- Dra. Teresa Vázquez Osorio.
- Departamento de Anatomía y Embriología Humanas.
Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid.
- DNI: 02884491S. E-mail: tvazquez@med.ucm.es

La Doctoranda ha realizado a lo largo de los últimos años un detallado análisis de la anatomía de la banda oblicua distal y un minucioso diseño de su reconstrucción mediante una técnica mínimamente invasiva.

El trabajo que presenta para ser defendido como tesis Doctoral cumple con todos los requisitos exigibles.

- La introducción presenta una correcta actualización del tema, apoyada en una buena revisión bibliográfica.
- La hipótesis de trabajo es válida y conduce a unos objetivos realistas, encaminados a reconstruir de forma mínimamente invasiva y anatómica la banda oblicua distal.
- La exposición de los resultados, que es clara y concisa, se acompaña de un correcto estudio estadístico.

- La discusión, está correctamente razonada y apoyada en los resultados que arrojan datos suficientes que permiten probar la consecución de los objetivos dando un nuevo paso en el tratamiento de la inestabilidad radioulnar distal.

Madrid, a 31 de Agosto, 2015

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping horizontal and diagonal strokes, positioned below the date.

AGRADECIMIENTOS

El primer agradecimiento es a mis directores, al Dr. Fernando Corella Montoya, por su paciencia, su dedicación, sus consejos y su amistad. Ha sido un orgullo para mí que haya dirigido mi tesis doctoral. A la Dra. Teresa Vázquez Osorio y a todo el Departamento de Anatomía y Embriología Humanas de la UCM, por abrirme sus puertas tantas tardes con la mejor sonrisa y estar pendientes siempre de aquello que podía necesitar.

A Rosalía Corral Díaz, compañera y amiga incondicional, sin ella este trabajo no hubiera sido posible. A los estudiantes Asier Bombín y Anatolio Alonso, por su interés en aprender y su ayuda con las disecciones anatómicas.

A mis compañeros de hospital y mi jefe el Dr. Alejandro Fernández Domingo por haberme acompañado tantos años compartiendo conmigo todo lo que saben.

A Alfredo Espiniella Tendero, por su ayuda inestimable y haber sido de capaz de transmitirme su pasión por la cirugía de la mano, ahora la mía, aprendiendo algo nuevo con cada día con él.

A mi familia, por estar siempre conmigo y especialmente a mi padre, Antonio García-Reyes Manzanos, por haber podido compartir con él mis andaduras en el mundo de la traumatología, por sus enseñanzas infinitas y por hacerme tomar conciencia de la importancia de este proyecto de investigación, animándome desde hace años a realizarlo.

ÍNDICE

ABREVIATURAS

RESUMEN	13
----------------------	-----------

ABSTRACT	21
-----------------------	-----------

1 INTRODUCCIÓN	28
-----------------------------	-----------

1.1 ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN RADIOULNAR DISTAL	29
--	-----------

1.1.1 ANATOMÍA ÓSEA.....	29
--------------------------	----

1.1.2 ANATOMÍA LIGAMENTOSA	30
----------------------------------	----

1.1.2.1 COMPLEJO FIBROCARTELAGO TRIANGULAR	30
--	----

- DISCO ARTICULAR.....	31
------------------------	----

- LIGAMENTOS RADIOULNARES.....	32
--------------------------------	----

- MENISCO HOMÓLOGO	33
--------------------------	----

- LIGAMENTOS ULNOCARPIANOS.....	33
---------------------------------	----

- CÁPSULA ARTICULAR	34
---------------------------	----

- VAINA DEL EXTENSOR ULNAR DEL CARPO	34
--	----

- VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN	34
--------------------------------------	----

1.1.2.2 BANDA OBLICUA DISTAL Y MEMBRANA INTERÓSEA.....	36
--	----

- VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN	38
--------------------------------------	----

1.2 BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN RADIOULNAR DISTAL	40
---	-----------

1.2.1 COMPLEJO FIBROCARTELAGO TRIANGULAR.....	40
---	----

- PRONADOR CUADRADO	41
---------------------------	----

- EXTENSOR ULNAR DEL CARPO.....	41
---------------------------------	----

1.2.2 BANDA OBLICUA DISTAL Y MEMBRANA INTERÓSEA	42
---	----

1.3 INESTABILIDAD RADIOULNAR DISTAL	45
--	-----------

1.3.1 INESTABILIDAD AGUDA	45
---------------------------------	----

1.3.1.1 INESTABILIDAD ASOCIADA A FRACTURAS DE LA EDR.....	45
---	----

1.3.1.2 INESTABILIDAD ASOCIADA A FRACTURAS DE LA ESTILOIDES ULNAR	49
---	----

1.3.1.3 INESTABILIDAD ASOCIADA A LUXACIONES RADIOULNARES TRAUMÁTICAS.....	50
---	----

1.3.2 INESTABILIDAD CRÓNICA	51
-----------------------------------	----

1.3.2.1 RECONSTRUCCIONES NO ANATÓMICAS.....	53
---	----

- TÉCNICA DE HERBERT.....	53
---------------------------	----

- TÉCNICA DE FULKERSON Y WATSON	54
- TÉCNICA DE HUI- LINSCHIED.....	55
1.3.2.2 RECONSTRUCCIONES ANATÓMICAS.....	56
- TÉCNICA DE SCHEKER	56
- TÉCNICA DE ADAMS Y BERGER.....	58
1.3.2.3 LIGAMENTOPLASTIA ARTROSCÓPICA.....	60
1.3.2.4 RECONSTRUCCIÓN DE LA BANDA OBLICUA DISTAL	61
- JUSTIFICACIÓN DE UNA TÉCNICA RECONSTRUCTIVA DE LA BOD.....	62
2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	66
2.1 HIPÓTESIS	67
2.2 OBJETIVOS	67
3 MATERIAL Y MÉTODO	69
3.1 MATERIAL	70
3.1.1 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL	70
3.1.1.1 ESPECÍMENES	70
3.1.1.2 INSTRUMENTAL QUIRÚRGICO.....	70
3.1.1.3 OTROS MATERIALES	70
- LÁMPARA CON LUPA.....	70
- CALIBRADOR DIGITAL	71
3.1.2 TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA.....	72
3.1.2.1 ESPECÍMENES	72
3.1.2.2 INSTRUMENTAL QUIRÚRGICO.....	72
3.1.2.3 OTROS MATERIALES	73
- FLUOROSCOPIO XISCAN	73
- INSTRUMENTAL SLAM SYSTEM (ARTHREX, NAPLES, FL, USA).....	73
3.1.3 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA PROPUESTA	75
3.2 MÉTODO	76
3.2.1 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL	76
3.2.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BOD	77
3.2.2 TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA.....	77
3.2.2.1 SELECCIÓN DEL INJERTO TENDINOSO.....	77
3.2.2.2 LOCALIZACIÓN DEL TÚNEL DE ENTRADA EN LA ULNA.....	79
3.2.2.3 REALIZACIÓN DEL TÚNEL Y PASO DE LA PLASTIA	82
3.2.3 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA PROPUESTA	88
4 RESULTADOS	90

4.1 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL	91
4.1.1 SEXO Y LATERALIDAD	91
4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE LA BANDA Y SUS INSERCIONES.....	91
4.1.3 LONGITUD	94
4.1.4 ANCHURA	94
4.1.5 GROSOR.....	94
4.1.6 TAMAÑO DEL PEDÍCULO ULNAR	95
4.1.7 TAMAÑO DEL PEDÍCULO RADIAL.....	95
4.1.8 DISTANCIA DESDE LA CABEZA DE LA ULNA A LA BANDA OBLICUA DISTAL	95
4.1.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL	
96	
4.2 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA	107
4.2.1 VIA DE ABORDAJE.....	107
4.2.2 TAMAÑO Y COLOCACIÓN DE LA PLASTIA	108
4.2.2.1 LONGITUD DE LA PLASTIA	108
4.2.2.2 GROSOR.....	109
4.2.2.3 DISTANCIA DESDE LA CABEZA DE LA ULNA A LA PLASTIA	110
4.2.2.4 DISTANCIA DESDE LA CAVIDAD SIGMOIDEA A LA INSERCIÓN DE LA PLASTIA.....	110
4.2.3 DISTANCIA DESDE EL INICIO DEL TÚNEL ULNAR A ESTRUCTURAS EN RIESGO	112
4.2.3.1 A LA RAMA SENSITIVA DEL NERVIO ULNAR.....	112
4.2.3.2 AL NERVIO ULNAR	113
4.2.4 DISTANCIA DESDE EL FINAL DEL TÚNEL ULNAR A ESTRUCTURAS EN RIESGO	115
4.2.4.1 DISTANCIA DESDE LA SALIDA DE LA PLASTIA EN EL TÚNEL A LA BIFURCACIÓN DE LA	
ARTERIA INTERÓSEA ANTERIOR	115
4.2.5 LESIONES DE ESTRUCTURAS EN RIESGO.....	117
4.2.6 DIFERENCIAS Y SIMILITUDES ENTRE LA BANDA OBLICUA DISTAL Y LA PLASTIA .	118
4.2.6.1 LONGITUD	119
4.2.6.2 GROSOR.....	119
4.2.6.3 DISTANCIA DESDE LA CABEZA DE LA ULNA A LA PLASTIA Y A LA BANDA OBLICUA	
DISTAL	120
4.2.6.4 DISTANCIA DESDE EL REBORDE INFERIOR DE LA ESCOTADURA SIGMOIDEA HASTA LA	
PLASTIA Y LA BANDA OBLICUA DISTAL	120
5 DISCUSIÓN	122
5.1 JUSTIFICACIÓN ANATÓMICA	123
5.2 JUSTIFICACIÓN ANATÓMICA DE LA TÉCNICA ELEGIDA	128

5.3	VENTAJAS Y RIESGOS DE LA TÉCNICA PROPUESTA.....	130
5.3.1	VENTAJAS	130
5.3.1.1	MÍNIMA LESIÓN DE PARTES BLANDAS	130
5.3.1.2	MENOR TIEMPO QUIRÚRGICO	131
5.3.1.3	RESPETANDO ESTRUCTURAS NEUROVASCULARES DE RIESGO	131
5.3.2	RIESGOS.....	132
5.4	POSIBLES INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TÉCNICA	
	PROPUESTA	133
5.4.1	INDICACIONES	133
5.4.2	CONTRAINDICACIONES	133
6	CONCLUSIONES	135
7	BIBLIOGRAFÍA	137

ABREVIATURAS

- ARUD Articulación radioulnar distal
- BOD Banda oblicua distal
- CFCT Complejo fibrocartilago triangular
- EUC Extensor ulnar del carpo
- EDR Extremidad distal del radio
- FRC Flexor radial del carpo
- IOA Interóseo anterior
- IOP Interóseo posterior
- LRUD Ligamento radioulnar dorsal
- LRUV Ligamento radioulnar volar
- MIO Membrana interósea
- PC Pronador cuadrado
- R Radio
- SL Supinador largo
- U Ulna
- UCM Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

La radioulnar distal es una articulación diartrodial trocoide compuesta por la escotadura sigmoidea del radio y la cabeza ulnar.

Su estabilidad depende de la integridad de diversas estructuras como son el complejo fibrocartílago triangular o CFCT, el músculo pronador cuadrado y el músculo extensor ulnar del carpo y la porción distal de la membrana interósea (MIO), fundamentalmente la banda oblicua distal, en los casos en los que se encuentra presente.

La **banda oblicua distal** (BOD) es una estructura independiente de la porción membranosa distal de la membrana interósea la cual ha sido descrita en un 40% de los individuos. Se origina en 1/6 distal de la diáfisis ulnar y se inserta en el borde inferior de la escotadura sigmoidea. Algunas fibras se extienden más distalmente, pareciendo mantener continuidad con los ligamentos radioulnares dorsal y palmar, lo que ha hecho pensar en su función como estabilizador de la articulación radioulnar distal.

A su vez, su inserción ulnar coincide con el eje de rotación del antebrazo, experimentando así pocos cambios durante la pronosupinación, comportándose de forma isométrica.

El CFCT es el estabilizador primario de la articulación, y en situaciones normales la influencia de la porción distal de la membrana interósea es insustancial.

Sin embargo, tras una lesión del fibrocartílago triangular o una resección de la cabeza ulnar, es cuando adquiere un papel fundamental.

Así la BOD podría explicar porque algunos pacientes no presentan signos y síntomas de inestabilidad tras una lesión del CFCT.

La porción distal de la membrana interósea juega también un papel importante en el tratamiento de lesiones de la región ulnar asociadas a fracturas de la extremidad distal del radio. A pesar de la lesión del CFCT o la existencia de una fractura de la base de la estiloides ulnar, la estabilidad radioulnar distal puede mantenerse si existe una BOD intacta y una correcta congruencia de la cabeza ulnar en la escotadura sigmoidea tras una fijación con placa.

La lesión de los estabilizadores de la radioulnar distal, según el grado de afectación, puede producir una inestabilidad de dicha articulación, considerándose aguda o crónica según el tiempo transcurrido desde la producción de la lesión hasta el momento en el que es realizado el diagnóstico. El tratamiento de ambas entidades se realiza de manera diferente, siendo éste más complejo en los casos de inestabilidades radioulnares crónicas.

En aquellos casos de articulaciones sin cambios degenerativos ni impactación radioulnar el tratamiento de elección es la reconstrucción ligamentosa, ya que el CFCT suele ser irreparable en casos avanzados.

Aunque se han desarrollado numerosas técnicas, la reconstrucción de los ligamentos radioulnares se considera el enfoque más anatómico ofreciendo la posibilidad de restablecer la estabilidad sin pérdida importante de la rotación y de la fuerza.

Una de las técnicas más utilizadas es la descrita por Adams y Berger (2002), en la que se reconstruye el origen y la inserción de los ligamentos radioulnares utilizando

autoinjerto de palmar largo u otro diferente de longitud similar.

Basándose en el interés creciente de la importancia de la banda oblicua distal en la estabilidad radioulnar distal, recientemente se ha observado, en un estudio cadavérico, que la reconstrucción de ésta proporciona mayor estabilidad que la obtenida con la reconstrucción los ligamentos radioulnares para el tratamiento de las inestabilidades crónicas.

HIPÓTESIS

Es posible realizar la reconstrucción anatómica de la banda oblicua distal, de forma mínimamente invasiva, respetando las estructuras neurovasculares de riesgo.

OBJETIVOS

- 1 Realizar una descripción anatómica detallada de la banda oblicua distal.
- 2 Proponer una técnica quirúrgica de reconstrucción anatómica y mínimamente invasiva de la banda.
- 3 Llevar a cabo la disección de los especímenes intervenidos para valorar: tamaño de vías de abordaje, tamaño y colocación de la plastia, distancia a estructuras en riesgo y similitud de ésta con la banda oblicua distal.

MATERIAL Y MÉTODO

ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL

Se utilizaron 30 especímenes frescos que incluían mano, muñeca y antebrazo del Departamento de Anatomía y Embriología Humanas de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Tras su disección se realizó una descripción detallada de la BOD de la MIO, en los casos en los que ésta estaba presente,

realizándose mediciones de distintos parámetros, en milímetros y con calibrador digital Absolute (Mitutoyo Corporation, Japan).

Para analizar si existen diferencias significativas en la forma de la banda en función del sexo (hombres y mujeres) se han comparado los datos observados mediante el test de homogeneidad de Fisher con un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Para analizar si existen diferencias significativas en el grosor, longitud y anchura de la banda, y en el tamaño de sus pedículos en función del sexo, se han comparado los datos observados mediante el test de T de Student con un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA

Se utilizaron 7 especímenes frescos que incluían mano, muñeca y antebrazo del Departamento de Anatomía y Embriología Humanas de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, describiéndose detalladamente la reconstrucción de la banda oblicua distal, con autoinjerto de flexor radial del carpo, con el sistema SLAM (Arthrex, Naples, FL, USA) y bajo control radioscópico.

ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA PROPUESTA

Con objeto de comprobar la viabilidad y seguridad de la técnica propuesta, se realizó la disección anatómica sistemática de todos los especímenes midiendo las distancias más relevantes. Al igual que en el estudio anatómico, éstas fueron calculadas en milímetros mediante un calibrador digital Absolute (Mitutoyo Corporation, Japan), por la autora de esta tesis doctoral, bajo la supervisión de un segundo observador.

RESULTADOS

ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL

Se encontró la banda en un 50% de los casos, observando cuatro tipos diferentes de formas. En todos los casos su inserción se realizó bajo la escotadura sigmoidea del radio con extensión a los ligamentos radioulnares y su origen se situó en la diáfisis ulnar a una distancia media de 46,18 mm (35,80-60,93 mm) de la cabeza.

Los resultados del estudio estadístico muestran que existen diferencias entre y hombres y mujeres en cuanto a la forma de la banda, siendo más frecuentes bandas anchas en mujeres y lineales en hombres ($p = 0,0019$)

La banda es más ancha en mujeres ($p=0,02$) y más larga en varones ($p = 0,028$). Los pedículos radial y ulnar son de mayor tamaño en mujeres ($p = 0,025$ y $0,001$) al igual que el grosor ($p = 0,022$).

ESTUDIO DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA.

La incisión ulnar media realizada para la realización de la técnica fue de 21,80 mm (16,18-23,32 mm).

La plastia quedó situada a 40,74 mm de media (37-49,51 mm) de la cabeza ulnar y a 2,83 mm (2,02-3,39 mm) de la parte inferior del reborde inferior de la escotadura sigmoidea. Durante la realización de la técnica no se produjo ninguna lesión de las estructuras neurovasculares cercanas en riesgo, siendo la distancias medias desde el inicio del túnel a la rama sensitiva del nervio ulnar y al nervio propiamente dicho, 30,13 mm y 19,27 mm respectivamente, y 12,10 mm desde el final del túnel a la bifurcación de la arteria interósea anterior.

DISCUSIÓN

La banda oblicua distal es considerada como un ligamento que se origina en 1/6 distal de la diáfisis ulnar y se inserta bajo la escotadura sigmoidea del radio, comportándose como un estabilizador secundario de la articulación radioulnar distal.

Se observó en un 50% de los casos encontrándose 4 tipos diferentes de bandas, resultados que difieren a los ya publicados, en los que la banda está presente en 40% de los individuos, observándose 3 tipos diferentes.

Basándonos en las mediciones tomadas en el estudio anatómico de 30 especímenes se describió una técnica quirúrgica en la que se realizó la reconstrucción de la banda oblicua distal, considerándose ésta mínimamente invasiva puesto que se realizó con una incisión más pequeña que la utilizada frecuentemente en el abordaje de la articulación radioulnar distal. Conlleva una mínima agresión de partes blandas, respetando las estructuras en riesgo.

Una vez realizadas las disecciones anatómicas de los especímenes se observó que la plastia colocada se asemeja a la BOD nativa, por lo que puede considerarse una técnica de reconstrucción anatómica.

Las posibles indicaciones de esta técnica quirúrgica serían:

- ante inestabilidades agudas en las que la reinserción foveal del CFCT no proporcione suficiente estabilidad o su realización no sea posible.
- ante inestabilidades subagudas como tratamiento coadyuvante.

- ante inestabilidades crónicas, en lugar de realizar la reconstrucción de los ligamentos radioulnares dorsal y palmar.

A pesar de los buenos resultados, debe completarse el trabajo con un estudio biomecánico que compruebe si esta técnica proporciona una estabilidad superior o al menos similar a las clásicas reconstrucciones de los ligamentos radioulnares distales.

CONCLUSIONES

Se ha descrito una técnica sencilla y reproducible, que cumple todos los parámetros de seguridad, para el tratamiento de la inestabilidad radioulnar distal, reconstruyendo la banda oblicua distal de forma mínimamente invasiva, mediante una ligamentoplastia autóloga.

ABSTRACT

BACKGROUND

The distal radioulnar is a diarthrodial trochoid joint consisting of the sigmoid notch of the radius and the ulnar head.

Its stability depends on the integrity of various structures such as the triangular fibrocartilage complex (TFCC), the square pronator, the extensor carpi ulnaris and the distal portion of the interosseous membrane (IOM), mainly the distal oblique band, in cases in which it is present.

The **distal oblique bundle** (DOB) is a structure independent of the distal membranous portion of the interosseous membrane, which has been reported in 40% of individuals. It originates at the distal one-sixth of the ulnar diaphysis and is inserted in the lower edge of the sigmoid notch. Some fibers extend more distally, seemingly maintaining continuity with the dorsal and palmar radioulnar ligaments, which suggests that they function as stabilizers of the distal radioulnar joint.

Moreover, their ulnar insertion coincides with the forearm rotation axis, thereby undergoing few changes during pronosupination and behaving isometrically.

The TFCC is the primary stabilizer of the joint, and, in normal conditions, the influence of the distal portion of the interosseous membrane is insignificant.

However, after an injury to the triangular fibrocartilage or resection of the ulnar head, the distal portion assumes a fundamental role. Thus, the DOB could explain why some patients have no signs or symptoms of instability after an injury to the TFCC.

The distal portion of the interosseous membrane also plays an important role in

treating injuries in the ulnar region associated with fractures of the distal extremity of the radius. Despite an injury to the TFCC or the presence of a fracture of the ulnar styloid base, distal radioulnar stability can remain if there is an intact DOB and proper consistency of the ulnar head in the sigmoid notch, after performing a plate fixation.

Depending on the degree of damage, injury to the distal radioulnar stabilizers can cause instability in this joint, which can be considered acute or chronic based on the time elapsed from when the injury occurred to the diagnosis. Treatment for the 2 conditions is performed differently and is more complex in cases of chronic radioulnar instability.

In cases where the joints have no degenerative changes or radioulnar impaction, the treatment of choice is ligament reconstruction, given that the TFCC is usually irreparable in advanced cases.

Although numerous techniques have been developed, radioulnar ligament reconstruction is considered the most anatomical approach, offering the possibility of re-establishing stability without a significant loss of rotation or strength.

One of the most widely used techniques is described by Adams and Berger and consists of reconstructing the origin and insertion of the distal radioulnar ligaments using an autograft of the palmaris longus or another tendon of similar length.

Based on the growing interest in the importance of the distal oblique band in distal radioulnar stability, a cadaver study recently observed that reconstruction of the latter provides greater stability than that achieved by reconstructing the radioulnar ligaments.

HYPOTHESIS

It is possible to perform anatomical reconstruction of the distal oblique bundle in a minimally invasive manner, without harming the neurovascular structures at risk.

OBJECTIVES

1. Anatomical study of the distal oblique bundle.
2. Detailed description of a minimally invasive surgical technique for anatomical reconstruction.
3. Dissection of specimens to assess the following: size of approach pathways, distance to at-risk structures, size and placement of the plasty and similarity of plasty with the distal oblique band.

MATERIAL AND METHOD

ANATOMICAL STUDY OF THE DISTAL OBLIQUE BUNDLE

Thirty fresh specimens were employed, including hands, wrists and forearms, which were obtained from the Department of Anatomy and Embryology I of the Faculty of Medicine of University Complutense of Madrid. After their dissection, a detailed description of the DOB of the IOM was performed, for those cases in which it was present. Measurements were performed of the various parameters, in millimeters and with an Absolute digital caliper (Mitutoyo Corporation, Japan).

To determine whether there were significant differences in the shape of the DOB according to sex (males and females), the data were compared using Fisher's homogeneity test, with an alpha level of 0.05.

To determine whether there were significant differences in the thickness, length and width of the band and in the size of the pedicles according to sex, the data were compared using Student's t-test, with an alpha level of 0.05.

PROPOSED SURGICAL TECHNIQUE

Seven fresh specimens were employed, including hand, wrist and forearm, which were obtained from the Department of Anatomy and Embryology I of the Faculty of Medicine of University Complutense of Madrid. A detailed description was made of the reconstruction of the distal oblique bundle, with an autograft of the flexor carpi radialis, using the SL axis method (SLAM) system (Arthrex, Naples, FL, USA) and under radioscopic control.

ANATOMICAL STUDY OF THE PROPOSED TECHNIQUE

To determine the feasibility and safety of the proposed technique, we performed a systematic anatomical dissection of all specimens, measuring the most relevant distances. As with the anatomical study, these measurements were performed in millimeters using an Absolute digital caliper, by the author under the supervision of a second observer.

RESULTS

ANATOMICAL STUDY OF THE DISTAL OBLIQUE BUNDLE

The bundle was found in 50% of the cases, observing 4 different types of forms. In all cases, its insertion was achieved under the sigmoid notch of the radius, extending to the radioulnar ligaments, and its origin was located in the ulnar diaphysis 46.18 mm (35.80-60.93 mm) from the head.

The results of the statistical study show that there are differences between men and women in terms of the shape of the band, with wider bands in women and linear bands in men ($p=.0019$).

The band is wider in women ($p = .02$) and longer in men ($p = .028$). The radial and ulnar pedicles are larger ($p = .025$ and $p = .001$, respectively) and thicker ($p = .022$) in women.

STUDY OF THE PROPOSED SURGICAL TECHNIQUE

The mean length of the ulnar incision performed to implement the technique was 21.8 mm (16.18–23.32 mm).

The plasty was placed at a mean distance of 40.74 mm (37-49.51 mm) from the ulnar head and 2.83 mm (2.02-3.39 mm) from the lower part of the lower margin of the sigmoid notch. During the implementation of the technique, no injury was caused to the neighboring at-risk neurovascular structures. The mean distances from the start of the tunnel to the sensory branch of the ulnar nerve and to the nerve itself were 30.13 mm and 19.27 mm, respectively. The mean distance from the end of the tunnel to the bifurcation of the anterior interosseous artery was 12.10 mm.

DISCUSSION

The distal oblique bundle is considered a ligament that originates at the distal one-sixth of the ulnar diaphysis and is inserted below the sigmoid notch of the radius, behaving as a secondary stabilizer for the distal radioulnar joint.

The DOB was observed in 50% of the cases, with 4 different types of bands. These results differ from previously published data that indicate that the band is present in 40% of individuals, with 3 different types observed.

Based on the measurements taken in the anatomical study of 30 specimens, we described a surgical technique in which reconstruction of the distal oblique bundle was performed. We consider this technique to be minimally invasive given that it was conducted with a smaller incision than frequently employed in the approach to the distal radioulnar joint. This technique entails minimal aggression to soft tissue, respecting the at-risk structures.

Once the specimens had been anatomically dissected, we observed that the placed plasty resembled the native DOB. The technique can therefore be considered an anatomical reconstruction technique.

The potential indications for this surgical technique would include the following:

- acute instability in which foveal reinsertion of the TFCC does not provide sufficient stability or when its implementation is not possible.
- subacute instability as adjuvant treatment.
- chronic instability, in place of performing reconstruction of the dorsal and palmar radioulnar ligaments.

Despite the good results, the study should be completed with a biomechanical study that confirms whether this technique provides greater or at least similar stability to traditional distal radioulnar ligament reconstruction.

CONCLUSIONS

We have described a simple and reproducible technique, which complies with all safety parameters, for treating distal radioulnar instability by reconstructing the distal oblique bundle in a minimally invasive manner, using an autologous ligament plasty.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN RADIOULNAR DISTAL

1.1.1 ANATOMÍA ÓSEA

La radioulnar distal es una articulación diartrodial trocoide compuesta por la escotadura sigmoidea del radio y la cabeza ulnar. -*Thomas 2012 (1)*- Su forma varía considerablemente tanto en el plano transversal como en el coronal. En el primero de ellos la escotadura sigmoidea se clasifica en cuatro tipos según su forma: tipo C, tipo S, en pista de esquí y plana, -*Tolat 1996 (2)*- teniendo esto una influencia potencial en el riesgo de inestabilidades traumáticas y gran importancia en las alternativas de tratamiento a elegir. -*Adams 2007 (3)*- (*Figura 1*)

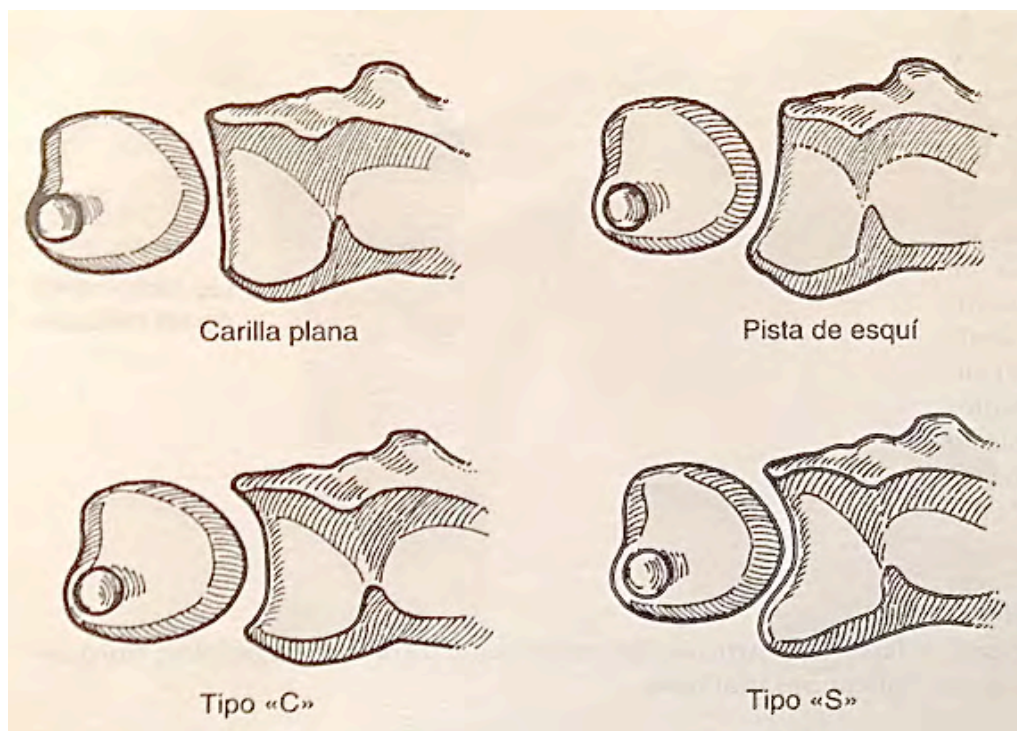


Figura 1. Visión axial de la articulación radioulnar distal. Tipos de escotadura sigmoidea en función de su forma.

Imagen tomada de Tolat.1996 (2).

A su vez, en el plano coronal, las pendientes de las superficies articulares pueden ser paralelas, oblicuas u oblicuas inversas, estando relacionado esto con la varianza ulnar.

-Tolat 1996 (2)-

La superficie de la cabeza ulnar que se articula con la cavidad sigmoidea forma un cilindro asimétrico. Los radios de curvatura de ambas estructuras son diferentes, siendo mayor el de la escotadura sigmoidea, lo que se traduce en una incongruencia entre ambas que conlleva a cierta traslación dorsopalmar durante la pronosupinación y a un discreto efecto leva o de pistoneo proximal o distal. *-Houdek 2015 (4)-* En los extremos de rotación del antebrazo únicamente el 10% de la cabeza de la ulna permanece en contacto con la escotadura sigmoidea. *-Szabo 2006 (5)-*

La forma de la cúpula o polo ulnar varía desde plana a casi esférica, estando cubierta en gran parte por el fibrocartílago triangular. *-Adams 2007 (3)-*

La apófisis estiloides es una prolongación de ésta que se dirige hacia distal, situándose en su base la fovea, una zona que carece de cartílago, considerada el punto de inserción de los ligamentos radioulnares. *-Thomas 2012 (1)-*

1.1.2 ANATOMÍA LIGAMENTOSA

1.1.2.1 COMPLEJO FIBROcartÍLAGO TRIANGULAR

El CFCT o complejo fibrocartílago triangular es un conjunto de estructuras cartilaginosas y ligamentosas que se originan a nivel de la unión de la porción ulnar de la fosa lunar y la escotadura sigmoidea del radio y se insertan a nivel de la base de la estiloides ulnar. *-Szabo 2006 (5)-*

En la articulación podemos distinguir un disco articular, los ligamentos radioulnares dorsales y volares, los ligamentos ulnocarpianos, el menisco homólogo o menisco ulnocarpiano, la cápsula articular y la vaina del extensor ulnar del carpo (EUC). Estas estructuras son reconocidas como entidades anatómicas separadas en algunas personas, mientras que en otras esta separación es más difícil. *-Palmer 1989 (6)-*

Algunos autores incluyen el ligamento colateral ulnar como parte del complejo fibrocartílago triangular, *-Benjamin 1990 (7)-* aunque su existencia ha sido discutida por otros. *-Taleisnik 1984 (8)-*

La orientación del CFCT varía en función de la varianza ulnar. Así, en pacientes con varianza neutra, tiende a la horizontalidad. En casos de varianza ulnar positiva, su orientación suele ser oblicua en sentido proximal y en muñecas con varianza negativa, oblicua en sentido distal. *-Martinez 2012 (9)-*

- DISCO ARTICULAR

Es una estructura fibrocartilaginosa compuesta por fibras de colágeno entrelazadas cuya parte central es avascular, siendo vascularizada únicamente la región periférica. *-Chidgey 1991 (10)-*

Existe una gran variabilidad en el espesor del disco en función de la edad, la varianza ulnar y los cambios degenerativos, observándose un disco más fino asociado a perforaciones en edades más avanzadas, así como erosiones en el cartílago tanto en la cabeza ulnar como en el hueso semilunar. Del mismo modo parece que no se producen perforaciones en las primeras décadas de la vida. *-Mikic 1989 (11)-*

- *LIGAMENTOS RADIOULNARES*

Son los principales estabilizadores de la articulación radioulnar distal (ARUD).

-*Houdek 2015 (4)*-

Los ligamentos radioulnares palmar y dorsal (LRUP Y LRUD) están unidos al disco articular y están formados por fibras de colágeno laminares perpendiculares. -*Chidgey 1991 (10)*- Están altamente vascularizados lo que proporciona un alto potencial de reparación. -*Adams 2007 (3)*-

Se extienden desde los márgenes dorsal y palmar de la escotadura sigmoidea y convergen hasta insertarse en la ulna adoptando una forma triangular. -*Adams 2007 (3)*-

Cada ligamento está dividido en dos haces, uno superficial y otro profundo. Este último se inserta en la fóvea y el primero en la base y porción media de la estiloides ulnar. -*Wijffels 2012 (12)*- (*Figura 2*).

Por esta razón una fractura de la base de la estiloides puede dar lugar a una inestabilidad radioulnar distal. -*Thomas 2012 (1)*-

Entre ambos haces existe un tejido laxo vascularizado llamado ligamento subcruentum, aunque no se considera un ligamento propiamente dicho. -*Nakamura 2000 (13)*-

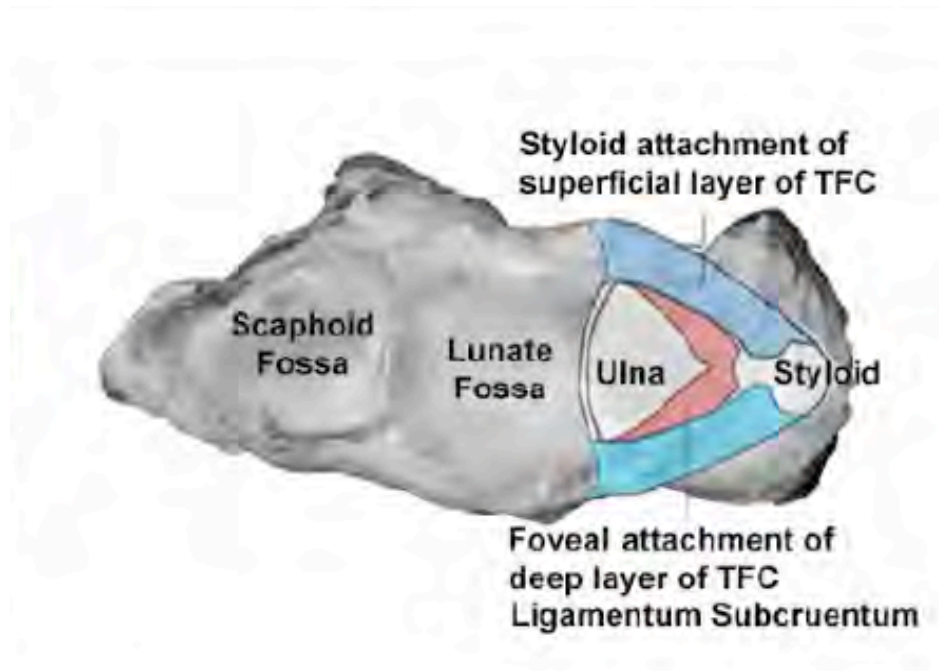


Figura 2. Visión axial de la muñeca. Haces superficiales y profundos de los ligamentos radioulnares. Imagen tomada de Thomas. 2012(1).

- *MENISCO HOMÓLOGO*

Es una estructura formada por tejido conjuntivo bien vascularizado que es probable que derive de la sinovial. Su tamaño, forma e inserción distal son variables, insertándose en un 10% de los casos en el piramidal y en el ligamento lunopiramidal.

-Adams 2007 (3)-

El menisco homólogo se separa del fibrocartilago triangular por el receso preestiloideo de la articulación de la muñeca existiendo tres variantes de éste: amplio, estrecho y ausente. -Buck 2009 (14)-

- *LIGAMENTOS ULNOCARPIANOS*

Los ligamentos ulnocarpianos son el ulnolunar y ulnopiramidal. -Taleisnik 1976 (15)-

Se originan en el ligamento radioulnar palmar y se insertan en el semilunar y piramidal. Existe un tercer ligamento, ulnocarpiano palmar, el cual es realmente la

porción distal del ligamento radiotriquetral palmar. *-Ishii 1998 (16)-*

- CÁPSULA ARTICULAR

La cápsula articular es una fina membrana que recubre la articulación radioulnar distal tanto en su porción dorsal como volar. Aunque está en íntima relación con otras estructuras, es considerada como una estructura independiente. *-Kleinman 1998 (17)-*

- VAINA DEL EXTENSOR ULNAR DEL CARPO

La vaina del EUC es una estructura sólida que se extiende desde la fosa dorsal de la cabeza de la ulna y el ligamento radioulnar dorsal hasta el carpo. Aumenta el espesor de la cápsula dorsal y proporciona un efecto estabilizador propio. *-Adams 2007 (3)-*

- VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN

Embriológicamente el CFCT está compuesto por tejido mesenquimal indiferenciado. *-Chidgey 1991 (10)-* Así, está totalmente vascularizado en el recién nacido y a medida que pasa el tiempo, se va produciendo la diferenciación y la formación de los diferentes componentes ligamentosos y el disco articular.

La vascularización procede sobre todo de las arterias interóseas anterior y ulnar. La primera proporciona las ramas palmar y dorsal a la ARUD. La rama dorsal irriga la mayor parte de la periferia dorsal y la rama palmar, la periferia volar en la proximidad del radio. Las ramas dorsal y palmar de la arteria ulnar nutren el área estiloidea y la porción ulnar de la periferia volar. La penetración de los vasos en el disco sólo alcanza el 15% más externo, lo que hace que la parte central sea prácticamente avascular.

-Adams 2007 (3)- (Figura 3)

Por esta razón, la reparación de lesiones en esta zona suele dar resultados satisfactorios y la reparación del disco central está contraindicada por la ausencia de vasos sanguíneos en él. *-Chidgey 1991 (10)-*

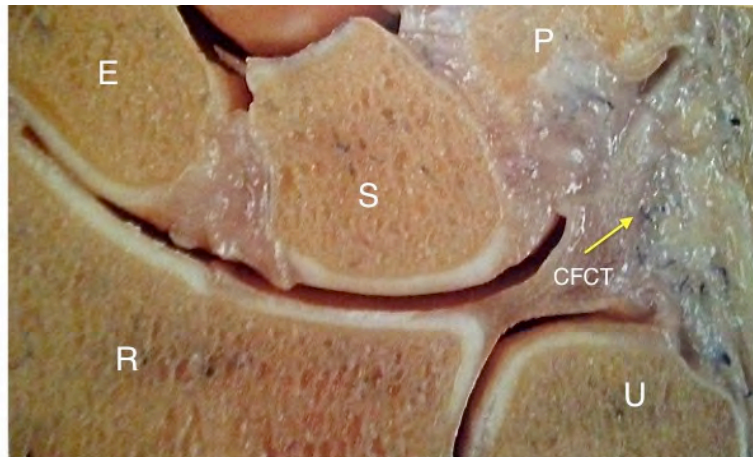


Figura 3. Corte coronal de la articulación radioulnar distal. Escafoides (E). Semilunar (S). Piramidal (P). Radio (R). Ulna (U). Complejo fibrocartilago triangular (CFCT). Vascularización periférica del CFCT (flecha amarilla). Imagen tomada de Carrera.2007 (18).

En cuanto a la inervación del CFCT, estudios histológicos han identificado que existen concentraciones de cada tipo de mecanorreceptores por zonas topográficas. *-Calvacante 2004 (19)-* Las terminaciones nerviosas libres se distribuyen en la periferia del CFCT y son las responsables de la detección del dolor y predominan sobre la zonas dorsal y ulnar. *-Ohmori 1998 (20)-*

La función de la propiocepción se encuentra en todas las zonas del fibrocartilago triangular, ya que sus principales responsables, los corpúsculos de Ruffini, son los mecanorreceptores predominantes. *-Hagert 2010 (21)-*

Estudios anatómicos han revelado que la región dorsal de la ARUD está inervada por la rama terminal del nervio interóseo posterior, la región ulnar por la rama sensitiva

dorsal del nervio ulnar y la zona volar por ramas del nervio ulnar. Ramas del nervio interóseo anterior se han observado en la vecindad de la cápsula volar, aunque sin emitir terminaciones nerviosas. -Hagert 2010 (22)-

1.1.2.2 BANDA OBLICUA DISTAL Y MEMBRANA INTERÓSEA

La membrana interósea (MIO) es un complejo ligamentoso que une el radio con la ulna. Discurre desde el codo hasta la muñeca proporcionando estabilidad axial y es la principal responsable de evitar la migración del radio tras la extirpación de la cabeza radial. -Skahen 1997 (23)- Está formada por tres componentes: uno central, ligamentoso, y otros proximal y distal, membranosos. -Loeffler 2014 (24)- (Figura 4)

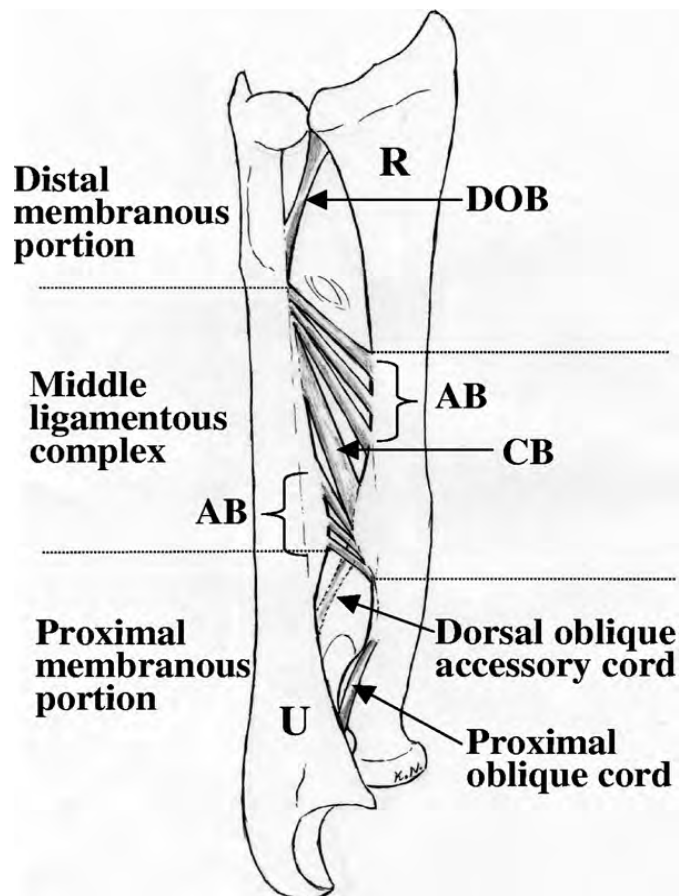


Figura 4. Visión oblicua de un antebrazo derecho. Componentes de la membrana interósea. Banda oblicua distal (BOD). Banda accesoria (AB). Banda central (CB). Ulna (U). Radio (R). Imagen tomada de Noda.2009 (25).

La **banda oblicua distal** (BOD) se sitúa en la porción membranosa distal, originándose en 1/6 distal de la diáfisis ulnar e insertándose en el borde inferior de la escotadura sigmoidea. Algunas fibras se extienden más distalmente, pareciendo mantener continuidad con los ligamentos radioulnares dorsal y palmar, lo que ha hecho pensar en su función como estabilizador de la ARUD. -*Moritomo 2013 (26)*-

Kitamura y cols. -*Kitamura 2011 (27)*- realizan un estudio en 10 cadáveres describiendo las características anatómicas de la banda oblicua distal. (*Figura 5*) Encuentran la BOD en un 40% de los casos, originándose a 54 mm (50-57 mm) de la cabeza ulnar con un grosor de 1,2 mm (1-1,3 mm). Observan variaciones en su morfología. En un espécimen, una banda lineal claramente separada del resto de MIO, en otro, una banda lineal abriéndose en abanico a medida que se acerca a su inserción en la escotadura sigmoidea y por último, en un tercer espécimen, una banda ancha ocupando todo el espacio de la MIO. (*Figura 6*)

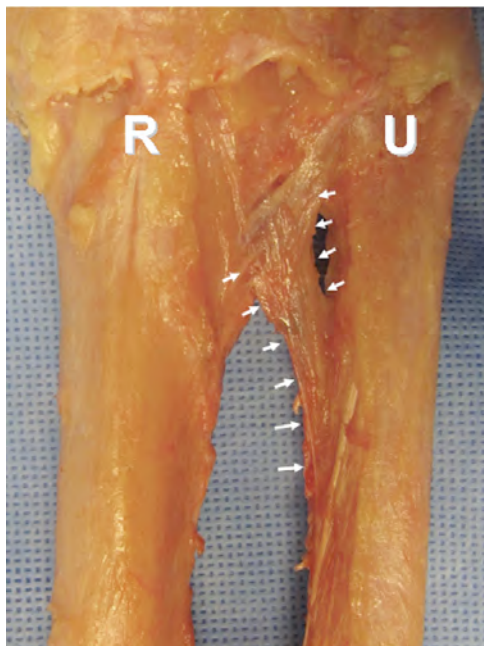


Figura 5. Visión anterior del tercio distal de un antebrazo izquierdo. Radio (R). Ulna (U). Banda Oblicua Distal (flechas). Imagen tomada de Kitamura.2009 (27).

Noda y cols. *-Noda 2009 (25)-* realizan un estudio cadavérico en 40 especímenes, con el fin de describir los diferentes componentes de la membrana interósea. Encuentran la BOD en 40% de los casos, coincidiendo con los resultados de Kitamura y cols. *-Kitamura 2011 (27)-*, describiendo su origen en 1/6 distal de la diáfisis ulnar, con un grosor de 0,9 mm de media.

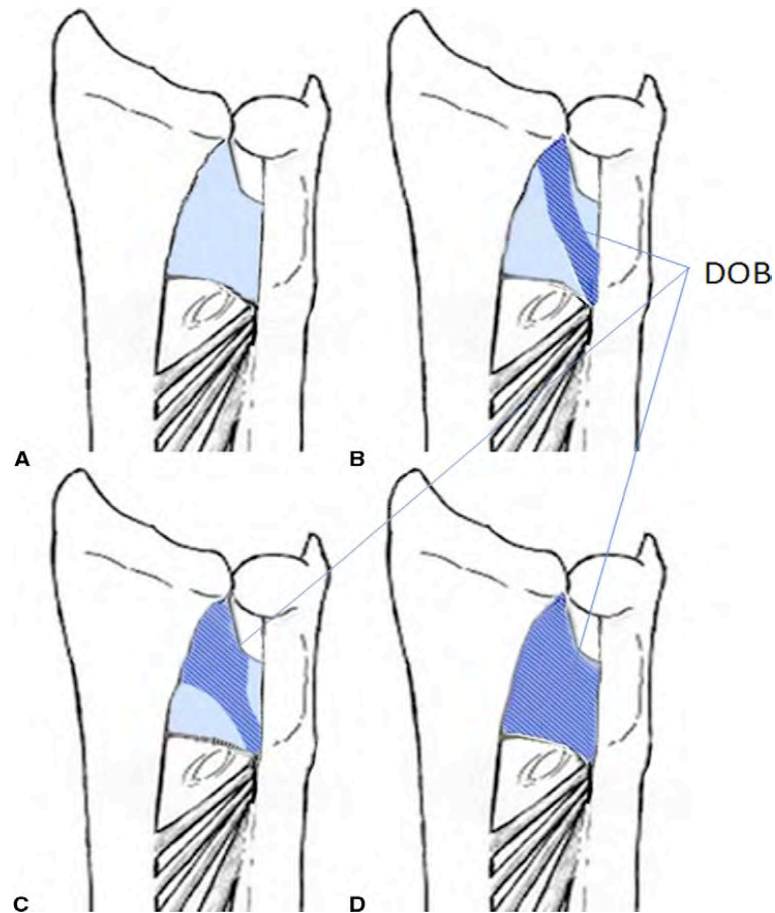


Figura 6. Variaciones anatómicas de la BOD en una visión anterior de la porción distal de un antebrazo izquierdo. Imagen tomada de Morimoto.2012 (28).

- VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN

La arteria interósea anterior discurre junto al nervio interóseo anterior por la cara volar de la membrana interósea pasando bajo en músculo pronador cuadrado e introduciéndose entre sus dos cabezas. Posteriormente, el nervio se distribuye por

delante de la articulación de la muñeca y de la ARUD, mientras que la arteria se divide en una rama anterior que discurre junto al nervio interóseo anterior y en una rama posterior, que a través de un ojal de la membrana interósea pasa al dorso de la muñeca para acompañar al nervio interóseo posterior. Estos, aplicados sobre la membrana, discurren por la zona dorsorradial de la cuarta corredera extensora, bajo el extensor largo del pulgar y el extensor del índice. -Carrera 2007 (18)-

La arteria interósea posterior se encuentra en un tabique fibroso que separa el extensor del quinto dedo del extensor ulnar del carpo. Esta formará una arcada anastomótica junto con la rama dorsal de la interósea posterior, la cual es la base anatómica del colgajo interóseo posterior. -Page 2006 (29)-

1.2 BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN RADIOULNAR DISTAL

1.2.1 COMPLEJO FIBROcartÍLAGO TRIANGULAR

En una muñeca biomecánicamente normal las cargas se transmiten en un 80% a través de la articulación radiocarpiana y en un 20% a través de la articulación ulnocarpiana y el complejo fibrocartÍlago triangular. *-Houdek 2015 (4)-* Esta proporción varía en función de la varianza ulnar y en función de la posición de la muñeca, aumentando con la desviación ulnar y pronación hasta en un 150%. *-Adams 2007 (3)-*

De este modo, en pronación, además de producirse un efecto de varianza positiva la ulna se traslada hacia dorsal alrededor de 2,8 mm desde una posición neutra, mientras que en supinación sucede lo contrario, y la traslación se produce hacia volar alrededor de 5,4 mm. *-Pirela-Cruz 1991 (30)-*

El papel de los ligamentos radioulnares ha sido investigado por diferentes autores con resultados inconsistentes, existiendo tres teorías diferentes que explican el comportamiento de estos durante la pronosupinación.

La primera de ellas afirma que el LRUD se tensa en pronación mientras que el volar permanece laxo, lo que impide la traslación dorsal de la ulna. *-Schuind 1991 (31) Ward 2000 (32)-*

La segunda teoría es opuesta a la anterior, indicando que en pronación el ligamento que se tensa es el radioulnar volar mientras que en supinación lo hace el radioulnar dorsal. *-af Ekenstam 1992 (33)-*

La tercera teoría, según un estudio in vivo, explica que el haz superficial del LRUD y el profundo del LRUV permanecen tensos en pronación, mientras que el haz profundo del radioulnar dorsal y el superficial del volar lo están en supinación. -Xu 2009 (34)- Por tanto, aunque un ligamento proporciona la principal retención a la traslación, el otro lo hace de manera secundaria. Así, si seccionamos el LRUD completamente y se conserva el haz profundo del LRCV, se seguirá manteniendo la congruencia radioulnar. -Hagert 2010 (22)-

A pesar de que el CFCT es el principal estabilizador de la ARUD existen otras estructuras que contribuyen a ello. Estos son denominados estabilizadores dinámicos y son el pronador cuadrado y el tendón EUC. -Szabo 2006 (5)-

- *PRONADOR CUADRADO*

Un estudio electromiográfico in vivo ha mostrado como el pronador cuadrado, sobre todo su cabeza profunda, se contrae durante la pronosupinación, sugiriendo que este músculo tiene una función primaria como estabilizador dinámico de la articulación radioulnar distal. -Gordon 2004 (35)-

- *EXTENSOR ULNAR DEL CARPO*

Spinner y cols. -Spinner 1970 (36)- basándose en estudios anatómicos previos, explican la importancia de la función del EUC. Al seccionar el fibrocartílago triangular y los ligamentos radioulnares la articulación permanecerá estable mientras el extensor ulnar del carpo se mantenga intacto en su corredera osteofibrosa.

1.2.2 BANDA OBLICUA DISTAL Y MEMBRANA INTERÓSEA

La porción distal de la membrana interósea y su potencial contribución en la estabilidad de la ARUD continúan siendo poco conocidas.

Moritomo y cols. *-Moritomo 2009 (37)-* afirman que la BOD, cuando existe, constituye un estabilizador secundario de la ARUD, ya que su origen ulnar coincide con el eje de rotación del antebrazo y su inserción radial se produce en el borde de la escotadura sigmoidea pareciendo tener continuidad con los LRUD y LRUV del CFCT. *(Figura 7)*

Kitamura y cols. *-Kitamura 2011 (27)-* en un estudio sobre 10 especímenes encuentran la BOD en 4 de ellos, observando que aquellos en los que la banda está presente tienen menor laxitud radioulnar distal, manifestada por una menor traslación en posición neutra en comparación con aquellos que no presentan la BOD.

El CFCT es el estabilizador primario de la ARUD, y en situaciones normales la influencia de la porción distal de la membrana interósea en la ARUD es insustancial. Sin embargo, tras una lesión del fibrocartilago triangular o una resección de la cabeza ulnar, es cuando adquiere un papel más importante. Así la BOD podría explicar porque algunos pacientes no presentan dolor o signos y síntomas de inestabilidad tras una lesión del CFCT. *-Moritomo 2012 (28)-*

Arimitsu y cols. *-Arimitsu 2011 (38)-* en un estudio biomecánico evalúan la estabilidad de la ARUD tras la realización de una osteotomía de acortamiento ulnar proximal y distal a la porción distal de la membrana interósea. Observan mayor efecto estabilizador cuando la osteotomía se realiza proximal a la inserción ulnar de la BOD, debido al aumento de tensión de ésta. *(Figura 8)*

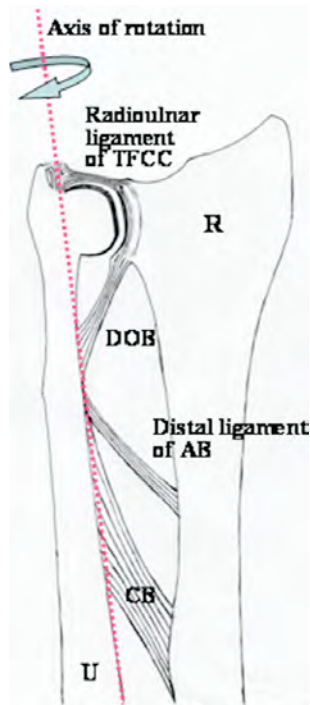


Figura 7. Visión anterior de un antebrazo derecho. Relación entre la DOB (banda oblicua distal), el TFCC (complejo fibrocartilago triangular) y el eje de rotación del antebrazo. Ulna (U). Radio. (R) Banda central (CB). Banda accesoria (AB). Imagen tomada de Moritomo.2009 (37).

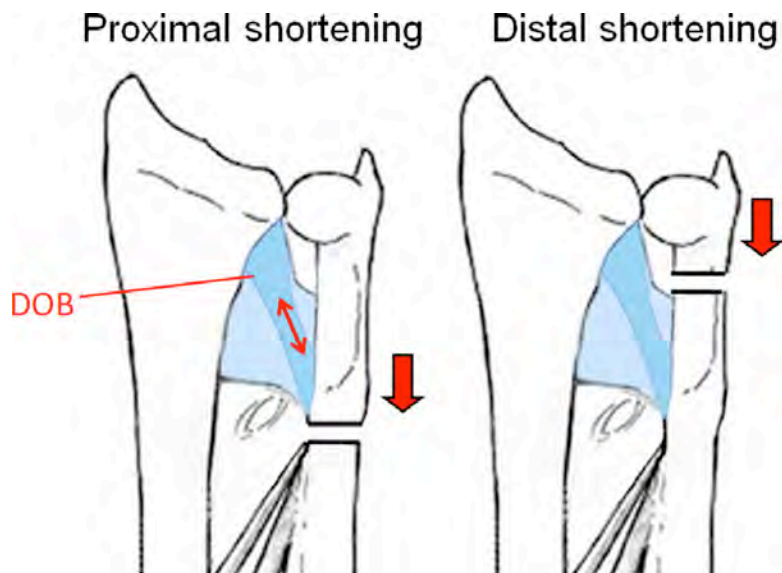


Figura 8. Visión anterior de un antebrazo izquierdo. La osteotomía de acortamiento ulnar proximal a la DOB (banda oblicua distal) proporciona mayor estabilidad de forma significativa en comparación con la osteotomía distal por aumento de tensión de la banda. Imagen tomada de Moritomo.2012 (28).

La porción distal de la membrana interósea juega también un papel importante en el tratamiento de lesiones de la región ulnar asociadas a fracturas de la extremidad distal del radio. Jupiter *-Jupiter 2009 (39)-* afirma que a pesar de la lesión del CFCT o la existencia de una fractura de la base de la estiloides ulnar, la estabilidad radioulnar distal puede mantenerse si existe una BOD intacta y una correcta congruencia de la cabeza ulnar en la escotadura sigmoidea, tras una fijación con placa. (Figura 9)

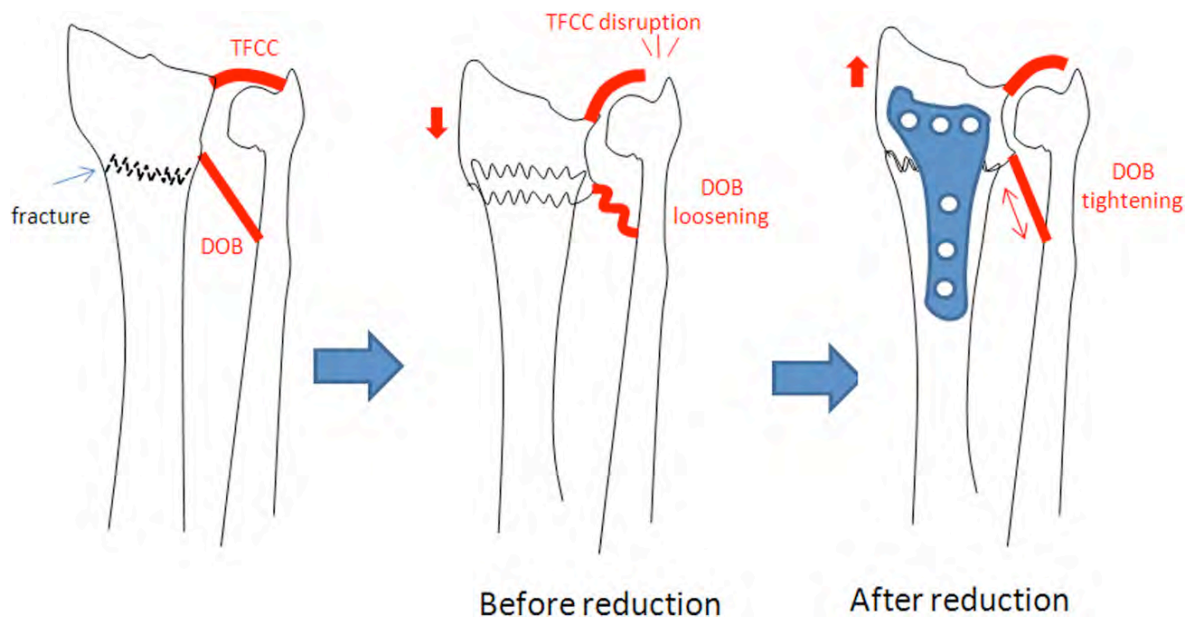


Figura 9. Visión anterior de un antebrazo izquierdo. Comportamiento de la BOD (banda oblicua distal) tras la reducción anatómica de una fractura de extremidad distal del radio. Obsérvese la correcta congruencia articular a pesar de la lesión del TFCC (complejo fibrocartilago triangular), ya que al reducir la fractura se produce un retensado de la banda. Imagen tomada de Moritomo.2012 (28).

1.3 INESTABILIDAD RADIOULNAR DISTAL

La inestabilidad radioulnar distal constituye una patología de difícil diagnóstico y tratamiento, pasando muchas veces desapercibida. En términos generales podemos dividirla en inestabilidad aguda y crónica, en función del tiempo transcurrido desde la lesión hasta el momento en el que es realizado el diagnóstico. *-Mulford 2010 (40)-*

1.3.1 INESTABILIDAD AGUDA

La inestabilidad radioulnar aguda puede producirse tras una lesión ósea, como puede ser una fractura de la estiloides ulnar o una fractura de la extremidad distal del radio, o tras una lesión ligamentosa, frecuentemente del CFCT. *-Mulford 2010 (40)-*

1.3.1.1 INESTABILIDAD ASOCIADA A FRACTURAS DE LA EDR

La causa más frecuentemente asociada a inestabilidad aguda radioulnar es la fractura de EDR. Aunque es infrecuente la persistencia de inestabilidad tras la reducción y síntesis anatómica de la fractura, es importante reevaluar la articulación una vez efectuado el tratamiento de la fractura de radio distal. *-Schneppendahl 2012 (41)-*

Los ligamentos radioulnares no soportan más de 5-7 mm de acortamiento sin que uno de los dos se rompa, por lo que a mayor acortamiento inicial mayor posibilidad de inestabilidad residual. *-Schneppendahl 2012 (41)-*

El CFCT es el elemento que se afecta con más frecuencia en las fracturas de radio distal, aunque no todas las lesiones de éste van a producir inestabilidad. *-Fujitani 2011 (42)-*

Palmer *-Palmer 1989 (6)-* describe una clasificación en 1989 basándose en el mecanismo lesional y su localización:

I: Traumáticas

A. Centrales.

B. Avulsión del CFCT de la ulna, asociada o no a fractura de la estiloides.

C. Distal, por afectación de los ligamentos ulnocarpianos.

D. Radial.

II: Degenerativas se subdividen en 4 estadios dependiendo de la localización y la extensión de los cambios degenerativos presentes.

Las lesiones I tipo b son las que más frecuentemente se asocian a inestabilidad radioulnar distal debido a que puede producirse un arrancamiento del CFCT de su origen en la fovea o una lesión de éste por fractura de la estiloides ulnar. *-Lindau 2000 (43)-* El reanclaje artroscópico o abierto del CFCT mediante suturas transóseas o anclajes, tras el fracaso de medidas conservadoras, es el tratamiento de elección. *-Nakamura 2011 (44)-* Los anclajes sin nudos están dando buenos resultados sin provocar las irritaciones frecuentes que producían estos. *-Geissler 2001 (45)-*

Habitualmente, ante una fractura de EDR, si se consigue una reducción anatómica de ésta, aunque el CFCT esté lesionado, *-Chen 2007 (46)-* el resto de estructuras como son: la vaina del ECU, los ligamentos ulnocarpianos y la MIO, serán capaces de mantener la estabilidad radioulnar distal durante la curación.

Como se ha descrito en apartados anteriores, cuando se lesiona el complejo fibrocartilago triangular, la porción distal de la membrana interósea, sobre todo la banda oblicua distal, adquieren un papel fundamental. -Moritomo 2012 (28)-

Cuando éstas se encuentran intactas, al reducir la fractura de radio distal, se producirá un retensado de la banda, lo que proporcionará una estabilidad suficiente, sin necesidad de tener que realizar ninguna reparación del CFCT. -Trehan 2015 (47) Orbay 2010 (48)-

Varios estudios observan que en fracturas con traslación radial del fragmento distal se aumenta la probabilidad de inestabilidad (si están desplazadas al menos 2mm) y que su reducción además de aumentar el contacto entre la cabeza de la ulna y la escotadura sigmoidea provocaría un aumento de tensión de la banda oblicua distal, restaurando así la estabilidad. -Dy 2014 (49) Ross 2014(50)- (Figuras 10 y 11)

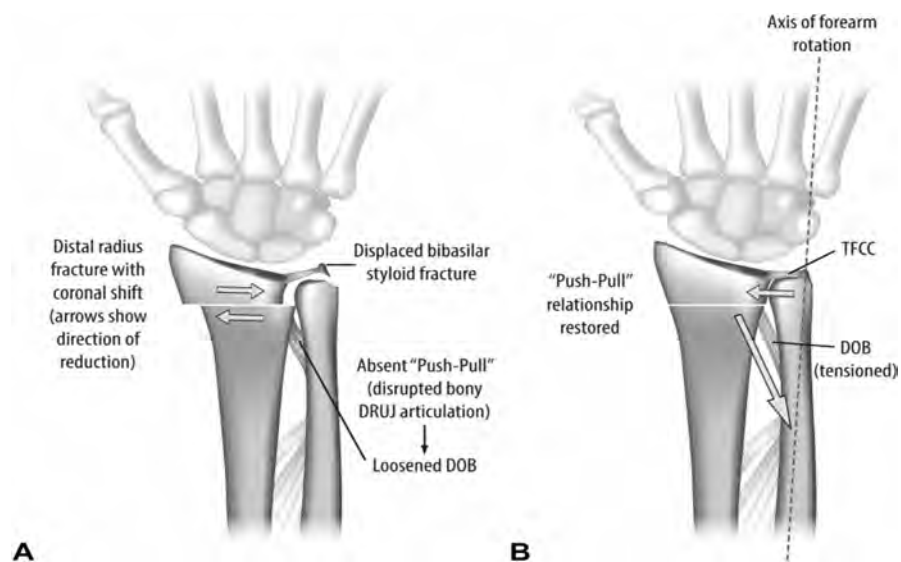


Figura 10. Visión anterior del un antebrazo y carpo izquierdos. A: Comportamiento de la BOD tras una fractura de radio distal con traslación radial. B: Retensado de la BOD al reducir la fractura. Banda oblicua distal (BOD). Complejo fibrocartilago triangular (CFCT). Imagen tomada de Trehan.2014 (47).

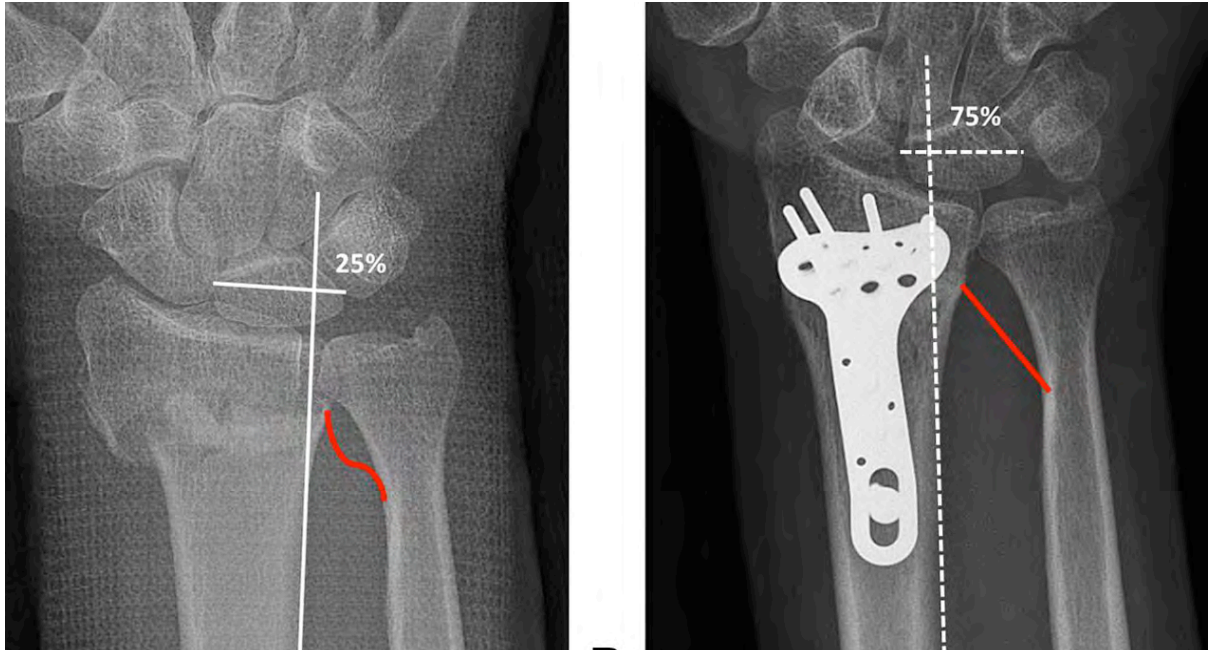


Figura 11. Proyección radiológica anteroposterior del tercio distal de un antebrazo y carpo derechos. Reducción y síntesis con placa de fractura EDR. Obsérvese el retensado que se produce de la BOD (línea roja). Imagen tomada de Trehan.2014 (47).

Fujitani y cols. *-Fujitani 2011 (42)-* evalúan a 163 pacientes con fracturas inestables de radio, encontrando inestabilidad en 11 de ellos. Observan que la traslación radial y sagital de la fractura son factores favorecedores de inestabilidad. Concluyen que un incremento del gap radioulnar de 1 mm aumenta 5 veces el riesgo de lesión de los ligamentos radioulnares.

Existen otros factores que deben alertar al cirujano tras una fractura de extremidad distal de radio. Kwon y cols. *-Kwon 2012 (51)-* en una revisión de 221 pacientes observan que heridas abiertas y una varianza ulnar de 6 mm o más, previa a la reducción, pueden relacionarse con inestabilidad secundaria. El tratamiento precoz mediante agujas de kirschner radioulnares o la reparación directa del CFCT, tendrá

mejores resultados que la reparación tardía producida habitualmente porque la lesión ha pasado desapercibida. -*Geissler 1996 (52)*-

1.3.1.2 INESTABILIDAD ASOCIADA A FRACTURAS DE LA ESTILOIDES ULNAR

Las fracturas aisladas de la estiloides ulnar son lesiones infrecuentes que deben hacernos sospechar la posible existencia de una inestabilidad asociada. -*Richards 2014 (53)*- Más frecuentemente aparecen relacionadas a fracturas de EDR. -*Mrkonjic 2012 (54)*-

Algunos estudios clínicos -*Sammer 2012 (55) Sover 2019 (56)*- concluyen que la existencia de una fractura de la estiloides ulnar no tiene ningún efecto en los resultados funcionales, en pacientes con fracturas de radio distal. Por el contrario, otros afirman que la presencia de esta fractura se relaciona con lesiones periféricas del CFCT y por tanto con inestabilidades distales. May y cols. -*May 2002 (57)*- afirman que lo importante no es la presencia o ausencia de la fractura, sino el tamaño y el desplazamiento de ésta. Así ante fracturas de mayor tamaño y con mayor desplazamiento existe mayor riesgo de inestabilidad radioulnar distal.

El tratamiento de este tipo de fracturas continúa siendo un tema controvertido, apoyando diversos autores el tratamiento conservador -*Wysocki 2011 (58) Buijze 2010 (59)*- mientras que otros avalan su reparación quirúrgica. -*Stoffelen 1998 (60) Oskarsson 1997 (61)*-

La ausencia de consolidación de las fracturas de estiloides es frecuente, aunque éstas suelen ser asintomáticas a pesar del desplazamiento radiográfico. -*Oskarsson 1997(61)*

Richards 1997 (62)- Las no uniones sintomáticas pueden asociarse a lesiones del CFCT, con o sin inestabilidades asociadas, por tanto, el diagnóstico artroscópico debe considerarse. La reparación del CFCT, en caso de estar lesionado y la escisión del fragmento no consolidado, son considerados como un tratamiento efectivo.

-Protopsaltis 2010 (63)-

1.3.1.3 INESTABILIDAD ASOCIADA A LUXACIONES RADIOULNARES TRAUMÁTICAS

Las luxaciones radioulnares distales suelen asociarse a otro tipo de lesiones, *-Mikic 1995 (64)*- como es el caso de la fractura luxación de Galeazzi *-Sebastin 2010 (65)*- y la lesión de Essex-Lopresti, *-Adams 2010 (66) Mc Glinn 2013 (67)*- siendo raras las lesiones aisladas.

Aunque en las luxaciones agudas se produce una lesión del CFCT, el grado de éste continúa sin estar claro, ya que no tiene porqué suponer la lesión completa del fibrocartílago. *-Bruckner 1996 (68)* -

Hagert *-Hagert 1987 (69)*- describe la lesión del LRCV y la cápsula dorsal en luxaciones dorsales así como la lesión del LRCD y la cápsula volar en luxaciones volares.

El tratamiento de este tipo de lesiones siempre debe comenzar por una reducción cerrada. *-Mulford 2010 (40)*- En casos de que ésta se consiga fácilmente y la articulación permanezca estable, debe realizarse una inmovilización enyesada posterior.

Mientras que algunos autores consideran la posición en supinación la más adecuada en luxaciones dorsales así como en pronación en luxaciones volares, otros proponen la

inmovilización en rotación neutra, encontrando resultados similares a los anteriores.

-Park 2012 (70)-

1.3.2 INESTABILIDAD CRÓNICA

El tratamiento de este tipo de lesiones es complejo y deben considerarse diversos factores a la hora de realizar el más adecuado, como son el estado de los tejidos blandos, el grado de cronicidad, la afectación de las superficies articulares, existencia de impactación ulnar y la dirección de la inestabilidad. *-Glowacki 1999 (71)-*

El tratamiento conservador puede ser útil para disminuir la sintomatología de forma temporal o de manera definitiva en pacientes poco activos.

Millard y cols. *-Millard 2002 (72)-* realizan un estudio cadavérico provocando una inestabilidad secuencial posteriormente medida por TAC. Comparan el grado de control de la estabilidad de 2 tipos de ortesis funcionales, prefabricadas y hechas a medida, observando que ambas disminuyen la inestabilidad radioulnar distal por un mecanismo de compresión anteroposterior, aumentando la tensión de los tejidos estabilizadores menos dañados. No inmovilizan la articulación del codo y las recomiendan para el tratamiento inicial de inestabilidades crónicas y como protector tras cirugías de reconstrucción.

Los objetivos del tratamiento quirúrgico de la inestabilidad postraumática crónica de la ARUD son el restablecimiento de la estabilidad y de un arco de movimiento completo e indoloro.

En términos generales, las opciones de tratamiento a realizar son las siguientes:

-Kakar 2010 (73)-

- 1 Pacientes sin artrosis, ni impactación ulnar: reconstrucción ligamentosa (el CFCT suele ser irreparable en estadios avanzados).
- 2 Pacientes con impactación ulnar sin grandes cambios artrósicos: osteotomía de la ulna y posterior reparación ligamentosa si tras la osteotomía persiste inestabilidad. La osteotomía ulnar estabiliza la articulación radioulnar distal por un efecto de aumento de tensión del CFCT cuando los ligamentos radioulnares están intactos o parcialmente rotos. *-Nishiwaki 2005 (74)-* Además de producirse un retensado de los ligamentos ulnocarpianos se produce una descompresión entre el carpo y la cabeza ulnar. *-Minami 1998 (75)-*

Es por tanto un tratamiento indicado tanto en problemas de inestabilidad ARUD como en lesiones del CFCT asociadas a varianza ulnar positiva. *-Gaebler 2003 (76) Papapetropoulos 2010 (77)-*
- 3 Pacientes con cambios degenerativos: procedimientos de salvamento como son la técnica de Darrach, Sauvé Kapandji o artroplastia de hemirresección interposición.
- 4 Pacientes con alteraciones en la escotadura sigmoidea: osteoplastia más reconstrucción ligamentosa. Consiste en una osteotomía de la escotadura sigmoidea, elevando un flap osteocartilaginoso y rellenando el espacio con injerto. Parece que esta cirugía ha dado buenos resultados en inestabilidades volares con escotadura plana. *-Wallwork 2001 (78)-*
- 5 Pacientes con maluniones del radio o de la ulna: los resultados de la reconstrucción ligamentosa no tendrán éxito si no se asocian a una osteotomía correctora.

En base a nuestro estudio centraremos la descripción de las diferentes opciones quirúrgicas en las reparaciones ligamentosas.

1.3.2.1 RECONSTRUCCIONES NO ANATÓMICAS

Aunque estas técnicas no reconstruyen completamente la estabilidad ni la mecánica articular, pueden ser la única opción de tratamiento en algunos casos.

Se dividen en cuatro grupos:

- Flap de avance del retináculo extensor. Técnica de Herbert *-Dy 2009 (79)-*
- Ligadura radioulnar directa extrínseca de la articulación. Técnica de Fulkerson y Watson. *-Fulkerson 1978 (80)-*
- Fijación radioulnar mediante un cabestrillo ulnocarpiano o tenodesis. Técnica de Hui y Linscheid *-Hui 1982 (81)-*Técnica de Tsai *-Tsai 1993 (82)-* Técnica de Breen y Jupiter *-Breen 1989 (83)-*
- Plicatura capsular *-Gofton 1992 (84)-*

- TÉCNICA DE HERBERT

Fue descrita por primera vez por Stanley y Herbert *-Stanley 1992 (85)-* para estabilizar la articulación radioulnar tras la colocación de una prótesis ulnar. El procedimiento consiste en la realización de un flap del retináculo extensor de base ulnar. Este se rota 30-40° y se reinserta en el periostio del radio. *(Figura 12)*

Dy y cols. *-Dy 2009 (79)-* realizan un estudio en el que observan que esta técnica estabiliza tanto la articulación radioulnar como la ulnocarpiana, con resultados funcionales buenos o excelentes.

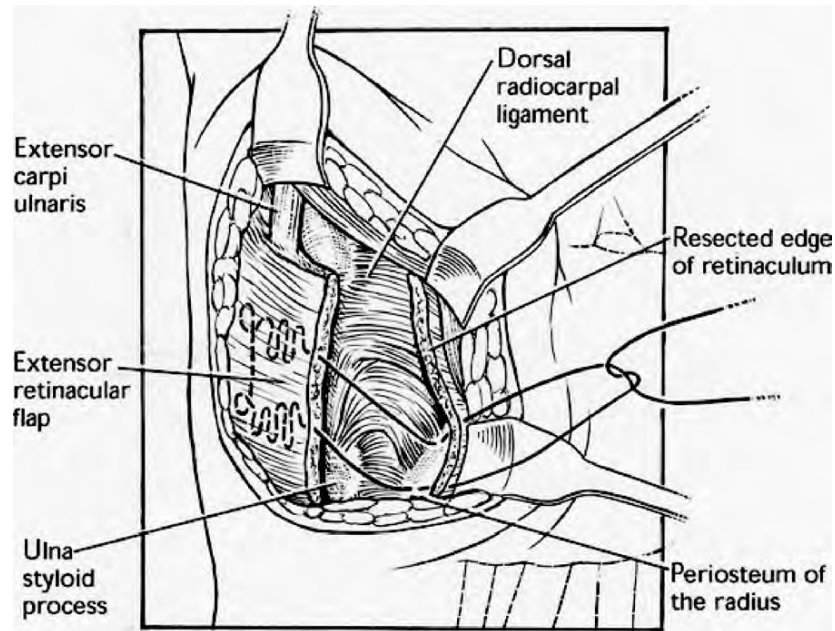


Figura 12. Vía de abordaje dorsal. Técnica de Herbert. Obsérvese como se reinserta el flap de retináculo extensor de base ulnar en el periostio del radio. Imagen tomada de Dy. 2009 (79).

- TÉCNICA DE FULKERSON Y WATSON

En 1978 estos autores describen una técnica -Fulkerson 1978 (80)- para estabilizar la articulación radioulnar distal mediante una ligadura extrínseca entre el radio y la ulna realizada con injerto tendinoso de palmar largo. Se realiza un orificio longitudinal en el radio y se pasa el injerto por él y alrededor del cuello de la ulna, suturándose posteriormente sobre sí mismo. Esta técnica se considera no anatómica puesto que la ligadura se realiza proximal al CFCT.

Purisa y cols. -Purisa 2011 (86)- estabilizan 5 radioulnares distales con este método concluyendo que proporciona resultados satisfactorios siendo más fácil de realizar que las técnicas intraarticulares. (Figura 13)

Santhamoorthy y cols. *-Santhamoorthy 2014 (87)-* en un estudio similar concluyen además de lo anterior, que los resultados funcionales son similares a los observados con técnicas anatómicas.



Figura 13. Técnica de Fulkerson y Watson. Imagen tomada de Purisa.2011 (86).

- *TÉCNICA DE HUI-LINSCHIED*

Hui y Linscheid *-Hui 1982 (81)-* observan que cuando se secciona el LRUD, la cabeza de la ulna se subluxa hacia dorsal y el carpo se supina. En pronación, los ligamentos ulnocarpianos giran sobre sí mismos y se desplazan hacia volar formando una cuerda tensa que empuja de la cabeza ulnar. En base a esto describen una tenodesis con una bandeleta de base distal de flexor radial del carpo (FRC) para controlar tanto la supinación del carpo como la subluxación dorsal de la ulna. *-Hui 1982 (81)-* Consiste en la extracción de un hemitendón de la porción ulnar del FRC con base distal. Se introduce éste a través de la cápsula pisotriquetral, a través del CFCT y a través de un túnel óseo oblicuo en la ulna, para por último, suturarlo sobre sí mismo. *(Figura 14)*

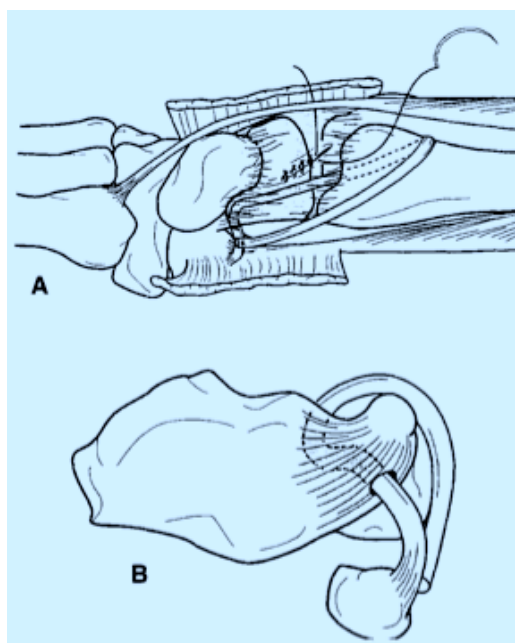


Figura 14. Técnica de Hui-Linscheid. Paso de la porción tendinosa por la articulación pisotriquetral de volar a dorsal y por el túnel ulnar a nivel de la fóvea. Imagen tomada de Wlogacki.1999 (71).

1.3.2.2 RECONSTRUCCIONES ANATÓMICAS

La reconstrucción de los ligamentos radioulnares es el enfoque más anatómico y ofrece la posibilidad de restablecer la estabilidad sin pérdida importante de la rotación y de la fuerza. Al ser reparaciones intraarticulares se favorece la nutrición del tendón mediante líquido sinovial garantizando la preservación del mismo. -Lundborg 1978 (88)-

Se han descrito numerosas técnicas de reconstrucción, siendo actualmente la más utilizada de la técnica de Adams. -Adams 2002 (89)-

- TÉCNICA DE SCHEKER

Descrita por Luis Scheker -Scheker 1994 (90)- en 1991 para la reconstrucción del LRUD.

Inicialmente se perfora el radio con una broca de 3 mm en el labio dorsal de la cavidad sigmoidea con dirección de palmar a radial.

Un segundo orificio en la metáfisis radial a 3 cm proximal y radial a la cavidad sigmoidea uniendo ambos túneles. Se realizan otros dos orificios unicorticales a 1 cm de distancia cada uno, conectándose entre sí.

Se perforan en la ulna otros tres orificios de las mismas características que en el radio y finalmente se introduce el injerto tendinoso (palmar largo o plantar delgado) a través de los orificios con ayuda de un pasa tendón suturándose sobre sí mismo.

(Figura 15)

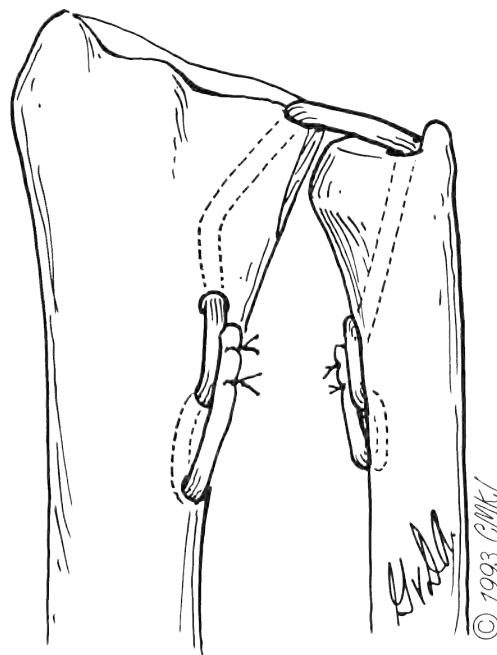


Figura 15. Visión anterior de la articulación radioulnar distal izquierda. Técnica de Scheker para las inestabilidades radioulnares dorsales crónicas. Imagen tomada de Scheker.2004 (91).

La reconstrucción del LRUV se realiza de la misma manera que el anterior, exceptuando que la tunelización desde el labio volar de la cavidad sigmoidea hasta la metáfisis se realiza por vía volar. -*Scheker 2004 (91)*-

Luna y cols. -*Luna 2001 (92)*- revisan 16 pacientes intervenidos con la técnica de Scheker encontrando un 85% de buenos resultados. Concluyen que es una técnica útil y de fácil aplicación para inestabilidades distales.

- **TÉCNICA DE ADAMS Y BERGER**

Adams y cols. -*Adams 2002 (89)*- describen una técnica para la inestabilidad distal en la que reconstruyen el origen y la inserción de los ligamentos radioulnares de manera anatómica.

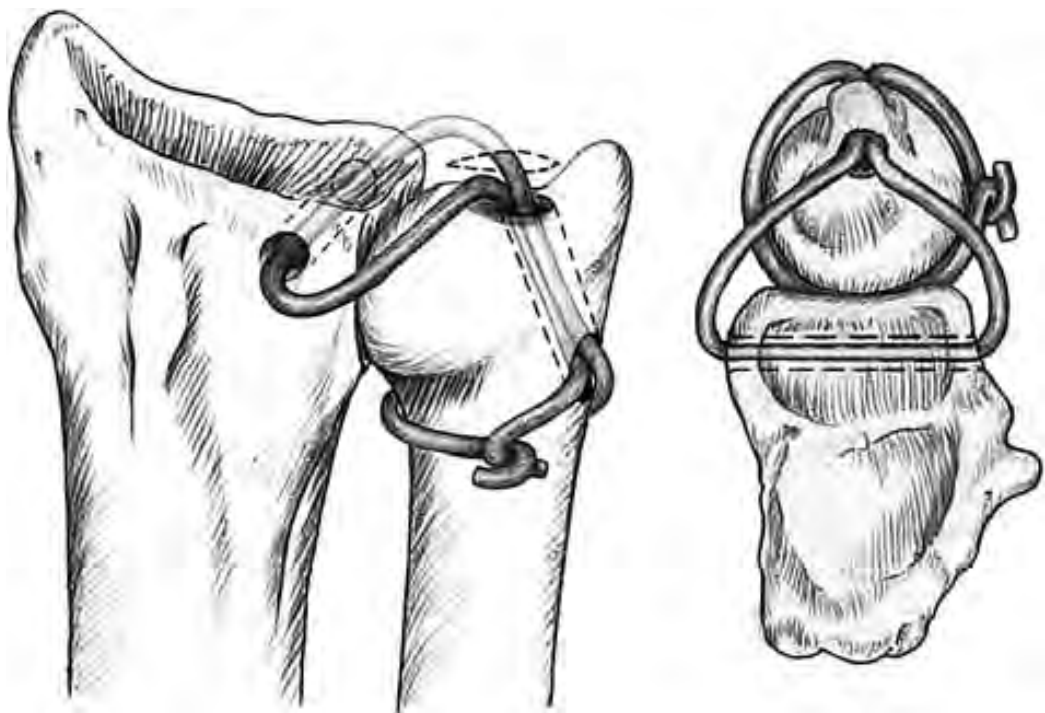


Figura 16. Visión anterior e inferior de la articulación radioulnar distal izquierda. Técnica de Adams. Imagen tomada de Adams.2002 (89).

Consiste en la realización de un túnel paralelo a la articulación bajo la fosa semilunar desde dorsal a volar y otro oblicuo desde la fovea hasta el cuello de la ulna. Se introduce el injerto, habitualmente palmar largo, u otro de longitud similar, primero en el radio y posteriormente en la ulna, pasándolo alrededor del cuello de ésta (Figura 16) Los autores concluyen que esta técnica es útil para restaurar la estabilidad radioulnar distal en pacientes en los que el CFCT es irreparable, sin sacrificar la movilidad del antebrazo y muñeca.

Teoh y cols. -Teoh 2005 (93)- realizan una modificación de esta técnica. La diferencia básicamente es la forma de la sutura tendinosa del injerto en la ulna. Los autores tras introducir la plastia a través del túnel ulnar, anudan en la cortical, asegurando la sutura con puntos al periostio, sin pasar la plastia alrededor del cuello de la ulna. (Figura 17)

Realizan esta técnica en 9 pacientes restaurando la estabilidad distal en 7 de ellos.

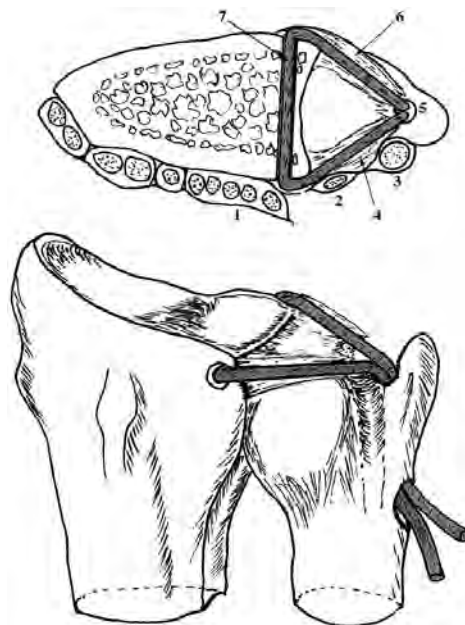


Figura 17. Visión anterior e inferior de la articulación radioulnar distal izquierda. Modificación de la técnica de Adams. Imagen tomada de Teoh.2005 (93).

Es importante tener en cuenta la longitud necesaria del injerto tendinoso para la realización de estas reconstrucciones.

Jang y cols. *-Jang 2014 (94)-* observan en un estudio cadavérico que para la realización de la técnica de Adams *-Adams 2002 (89)-* es necesario un injerto de mayor tamaño que para la técnica modificada, *-Teoh 2005 (93)-* no encontrando incluso el tamaño adecuado para la reconstrucción de Adams en 3 especímenes de 7.

1.3.2.3 LIGAMENTOPLASTIA ARTROSCÓPICA

La ligamentoplastia artroscópica es una modificación del procedimiento abierto descrito por Adams y Berger. *-Adams 2002 (89)-* Se reconstruyen los ligamentos radioulnares con un injerto tendinoso a través de tres abordajes mínimos (dorsal, volar y ulnar) asistido por artroscopia. *-Aztei 2009 (95)- (Figura 18)*

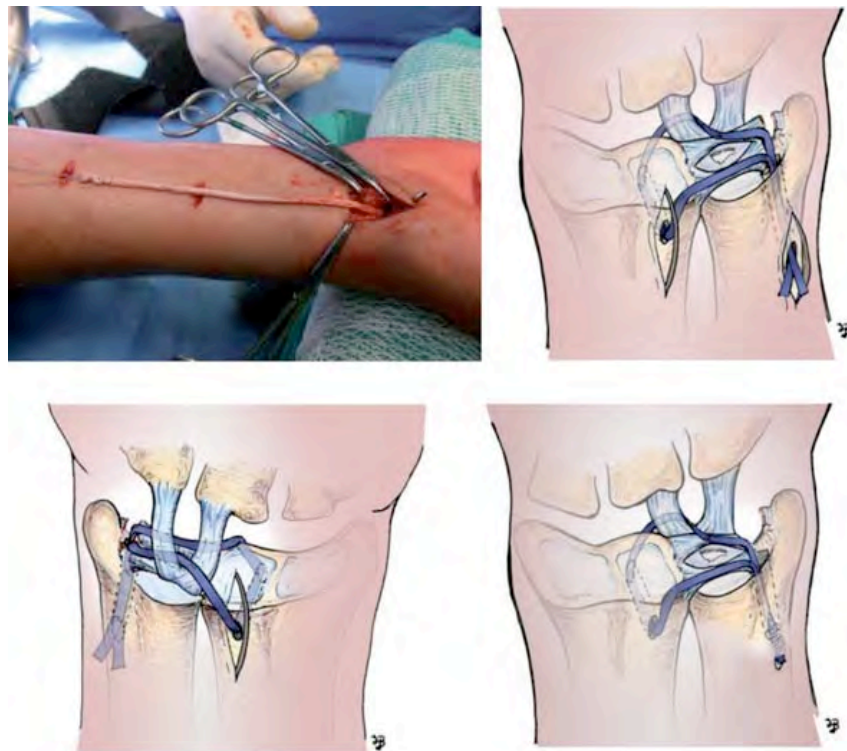


Figura 18. Toma de injerto y ligamentoplastia asistida por artroscopia. Imagen tomada de Esplugas.2014 (96).

1.3.2.4 RECONSTRUCCIÓN DE LA BANDA OBLICUA DISTAL

Riggenbach y cols. *-Riggenbach 2013 (97)-* realizan un estudio cadavérico en el que comparan 4 tipos de reconstrucciones diferentes: técnica de Adams, reconstrucción de la banda oblicua distal tensionada en posición neutra y supinación y la combinación de ambas.

Utilizan 7 especímenes cadavéricos midiendo la estabilidad radioulnar en posición neutra, pronación y supinación. Posteriormente realizan las mismas mediciones tras crear una inestabilidad parcial y finalmente una inestabilidad completa. Utilizan el sistema Liberty, que consiste en la colocación de unos sensores en el radio y la ulna, y a través de un campo electromagnético emisor establecen la posición tridimensional de los sensores receptores, analizándose posteriormente por un software informático.

Para la reconstrucción de la banda realizan túneles de 3 mm en la ulna y radio al mismo nivel de banda en los especímenes en los que esta estaba presente, y en los que no, realizaron un túnel en 1/6 de la diáfisis ulnar y otro a 2-3 mm de la escotadura sigmoidea, siguiendo los valores encontrados por Noda y cols. *-Noda 2009 (25)-* y Kitamura y cols. *-Kitamura 2011 (27)-* en sus estudios. Introducen un injerto tendinoso a través de los orificios realizados, dándole posteriormente tensión y sujetándolo con un mosquito. *(Figura 19)*

Los autores concluyen en este estudio que la reconstrucción de la BOD es una técnica sencilla de realizar que recrea una ligadura estática anatómica de la articulación radioulnar distal.

Puede realizarse de manera aislada o asociada a la reconstrucción de los ligamentos radioulnares, aunque la asociación de ambas parece no aumentar la estabilidad radioulnar.



Figura 19. Visión anterior de la porción distal un antebrazo derecho. Reconstrucción de la BOD. Tensión del injerto y sujeción con un mosquito para reducir la ARUD. Imagen tomada de Riggerbach.2013 (97).

- JUSTIFICACIÓN DE UNA TÉCNICA RECONSTRUCTIVA DE LA BOD

La inestabilidad radioulnar distal continúa siendo una entidad de difícil diagnóstico y tratamiento, siendo las lesiones periféricas que afectan a la porción proximal del CFCT las que frecuentemente se asocian a ella. *-Aztei 2008 (100)-*

Atzei/Luchetti -Aztei 2011 (101)- han desarrollado una clasificación que está basada en los hallazgos clínicos, radiográficos y artroscópicos de este tipo de lesiones,

definiendo 6 clases y describiendo las posibilidades de tratamiento de cada una de ellas. (Figura 20)

Comprehensive Classification of TFCC Peripheral Tears and associated Ulnar Styloid Fractures						
CLASS 0 Isolated styloid fracture without TFCC Tear	CLASS 1 Distal TFCC Tear	CLASS 2 Complete TFCC Tear	CLASS 3 Proximal TFCC Tear		CLASS 4 NON-repairable TFCC Tear	CLASS 5 DRUJ Arthritis
Negative	Slight Laxity (Hard end-point)	Mild to Severe Laxity (Soft end-point)				Variable
Normal Appearance (NO tear)	Peripheral Tear	Normal Appearance (NO tear)		CLASS 3-A Avulsion Fracture of TFCC Insertion	CLASS 4-A	CLASS 4-B
Taut TFCC (Negative Hook Test)		Loose TFCC (Positive Hook Test)				Variable
well preserved Cartilage						Degenerative or Traumatic Cartilage Defect
Splinting for pain relief (Fragment removal in chronic painful)	TFCC Suture (Splinting of acute cases)	TFCC Forveal Refixation		Styloid fixation	Tendon Graft Reconstruction	Arthroplasty

Figura 20. Clasificación de Aztei/Luchetti de las lesiones periféricas del CFCT. Imagen tomada de Aztei 2011(101).

La correcta cicatrización de las lesiones reparadas del CFCT depende del aporte vascular a la zona. Cualquier tipo de reparación que vayamos a realizar debe ir siempre precedida de un desbridamiento que provoque sangrado, avive los tejidos y reseque las áreas cicatriciales. Las lesiones antiguas del CFCT tienen una vascularización pobre que disminuye las posibilidades de una reparación de buena calidad, debiendo valorarse de entrada la posibilidad de realizar una ligamentoplastia.

-Esplugas 2014 (96)-

Los ligamentos radioulnares distales desinsertados pueden ser reinsertados con éxito durante los primeros 3 meses desde su arrancamiento. Pasados 3 meses debe

valorarse la posibilidad de realización de una plastia de reconstrucción ligamentosa. En aquellos casos crónicos con una evolución superior a 1 año debería indicarse de entrada la realización de una ligamentoplastia primaria de la ARCD, dada la pobre capacidad de curación de la lesión debido a la existencia de bordes necróticos y retraídos con escasa vascularización. -Atzei 2011 (101) Atzei 2008 (100) Esplugas 2014 (96)-

A pesar de lo anteriormente descrito, Nakamura y cols. -Nakamura 2011 (44)- encuentran resultados excelentes en casos agudos y subagudos en reparaciones artroscópicas y malos en lesiones crónicas, mientras que observan excelentes resultados en todos los casos en reparaciones abiertas, pudiéndose deber esto a la dificultad de realizar un desbridamiento correcto en casos crónicos.

Debería procederse siempre a una reinserción proximal a la fovea en todos aquellos casos en que alberguemos dudas sobre el grado de estabilidad de la ARCD o el alcance real y el tipo de lesión. Dicha reparación puede realizarse mediante un anclaje óseo o mediante túneles transóseos practicados bajo visión directa o bajo control artroscópico con la ayuda de un portal distal radioulnar y un portal directo foveal. -Esplugas 2014 (96)-

Las reconstrucciones de los ligamentos radioulnares distales requieren amplias disecciones, con apertura del retináculo extensor y realización de un flap capsular, que pueden provocar más cicatrices con mayor rigidez postoperatoria, lesiones tendinosas y del sistema sensoriomotor, alterando la propiocepción de la mano. El abordaje clásico dorsoulnar proporciona una excelente exposición de la articulación ulnocarpiana y radioulnar, el margen dorsal del CFCT, el menisco homólogo y parte de

la articulación lunotriquetral. El mayor riesgo en su realización es la denervación casi completa de la cápsula dorsal y parcial del ligamento radioulnar dorsal, por afectación de las ramas dorsales del nervio interóseo posterior. *-García-Elías 2010 (102)-*

La reparación artroscópica *-Tse 2014 (103) Atzei 2009 (95)-* aporta ventajas sobre la reconstrucción a cielo abierto, entre ellas que es menos invasiva y más precisa en el momento de completar el túnel en la fóvea. *-Esplugas 2014 (96)-* aunque se trata de un procedimiento complejo que requiere completar una curva de aprendizaje específica.

Recientemente se ha señalado la importancia de la porción distal de MIO y la BOD, considerándose estabilizadores secundarios de la ARUD, observándose incluso que en pacientes con el CFCT lesionado la existencia de la banda oblicua distal puede evitar el desarrollo de inestabilidad. *-Jupiter 2009 (39)-*

En pacientes con fracturas de radio distal, la reducción de ésta produce un efecto de retensado de la banda, estabilizando la articulación. *-Moritomo 2009 (37)-*

Aunque se han desarrollado varios trabajos sobre las variaciones anatómicas y el comportamiento biomecánico de la banda *-Noda 2009 (25) Kitamura 2011 (27)-*, sólo se ha publicado un artículo sobre su reconstrucción en especímenes cadavéricos. *-Riggenbach 2013 (97)-*

Riggenbach y cols. *-Riggenbach 2013 (97)-* observan en su estudio que la reconstrucción de la banda tensada en supinación proporciona mayor estabilidad que la reconstrucción de los LRUD y LRUV descrita por Adams y Berger. *-Adams 2002 (89)-*

2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 HIPÓTESIS

Es posible realizar la reconstrucción anatómica de la banda oblicua distal, de forma mínimamente invasiva, respetando las estructuras neurovasculares de riesgo.

2.2 OBJETIVOS

- 1 Realizar una descripción anatómica detallada de la banda oblicua distal, en la que estudiaremos:
 - a) Forma e inserciones.
 - b) Longitud.
 - c) Anchura.
 - d) Grosor.
 - e) Tamaño del pedículo ulnar.
 - f) Tamaño del pedículo radial.
 - g) Distancia desde la cabeza ulnar a la inserción de la banda en la ulna.

- 2 Proponer de una técnica quirúrgica de reconstrucción anatómica y mínimamente invasiva de la banda.

- 3 Llevar a cabo la disección anatómica de los especímenes intervenidos para valorar:
 - a) Tamaños de las vías de abordaje.
 - b) Tamaño y colocación de la plastia.
 - c) Distancias a estructuras de riesgo.

d) Similitud de la plastia con los parámetros obtenidos en el estudio anatómico previo.

3 MATERIAL Y MÉTODO

3.1 MATERIAL

3.1.1 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL

3.1.1.1 ESPECÍMENES

Se han utilizado 30 especímenes cadavéricos frescos (19 varones y 11 mujeres) de rango de edad entre 60-99 años, de raza blanca, que incluían mano, muñeca y antebrazo, pertenecientes al Departamento de Anatomía y Embriología Humanas de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Se revisaron todas las historias clínicas, sin encontrarse antecedentes quirúrgicos de interés.

3.1.1.2 INSTRUMENTAL QUIRÚRGICO

- Pinzas de Adson
- Mango de bisturí y hojas estériles
- Tijeras de disección
- Separadores tipo Farabeuf

3.1.1.3 OTROS MATERIALES

- *LÁMPARA CON LUPA*

Todas las disecciones se han realizado bajo lámpara con luz de aumento 3x.



Figura 21. Instrumental quirúrgico.



Figura 22. Lámpara de aumento.

- *CALIBRADOR DIGITAL*

Para las mediciones de la banda oblicua distal se ha utilizado el calibrador digital Absolute (Mitutoyo Corporation, Japan) el cual posee un margen de error interno de ± 0.02 mm.



Figura 23. Calibrador digital.

3.1.2 TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA

3.1.2.1 *ESPECÍMENES*

Se han utilizado 7 especímenes cadavéricos frescos (3 varones y 4 mujeres) diferentes a los del estudio anatómico de la BOD, de rango de edad entre 60-99 años, de raza blanca, que incluían mano, muñeca y antebrazo, pertenecientes al Departamento de Anatomía y Embriología Humanas de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Se revisaron las historias clínicas sin encontrarse antecedentes quirúrgicos de interés.

3.1.2.2 *INSTRUMENTAL QUIRÚRGICO*

- Pinzas de Adson
- Mango de bisturí y hojas estériles
- Tijeras de disección
- Separadores tipo Farabeuf y Hoffman

3.1.2.3 OTROS MATERIALES

- FLUOROSCOPIO XISCAN



Figura 24. Fluoroscopio Xiscan.

- INSTRUMENTAL SLAM SYSTEM (ARTHREX, NAPLES, FL, USA)

- Agujas de Kirschner 1.6 mm
- Broca canulada 2.8 mm
- Tornillo interferencial PEEK y destornillador 4x10 mm
- Quickpass tendón shuttle (pasa – tendón)
- Graft anchor (anclaje tendón – hueso) 3.5 mm x 7 mm
- Suturas Fiberloop 4/0



Figura 25. Implante Graft Anchor por el que se introduce el injerto tendinoso. (Arthrex, Naples, FL, USA).

3.1.3 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA PROPUESTA

Para la disección de los especímenes en los que se ha realizado la técnica quirúrgica se ha utilizado el mismo material que en el estudio anatómico de la BOD.

3.2 MÉTODO

3.2.1 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL

Se ha realizado la disección de todos los especímenes por la autora de esta tesis doctoral, bajo la supervisión de un segundo observador, tanto por vía volar como dorsal, hasta dejar aislados el radio, la ulna y la membrana interósea.

- *Vía volar*: disección de la piel, tejido celular subcutáneo, sistema musculotendinoso flexor y pronador cuadrado.
- *Vía dorsal*: disección de la piel, tejido celular subcutáneo y sistema musculotendinoso extensor.

Posteriormente se ha realizado una descripción detallada de la BOD de la MIO, en los casos en los que ésta estaba presente, realizándose una serie de mediciones en milímetros y con el calibrador digital Absolute (Mitutoyo Corporation, Japan)

1. Sexo y lateralidad del espécimen.
2. Descripción de la forma de la banda y de sus inserciones.
3. Longitud: parámetro calculado desde punto medio del pedículo ulnar al punto medio del radial.
4. Anchura: parámetro calculado en el punto medio de la longitud, una vez calculada esta ($L/2$).
5. Grosor: parámetro calculado de manera similar al anterior, en el punto medio de la longitud de la BOD.
6. Tamaño del pedículo ulnar: parámetro calculado desde el punto más distal al más proximal de su inserción en la diáfisis ulnar.

7. Tamaño del pedículo radial: parámetro calculado desde el punto más distal al más proximal de su inserción en el radio.
8. Distancia desde la cabeza de la ulna a la inserción ulnar de la banda: parámetro calculado desde la cabeza de la ulna hasta el inicio de la BOD en su inserción ulnar.

3.2.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BOD

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en la presencia de la banda, se han comparado los datos a través del test de homogeneidad de la Chi cuadrado con un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Para analizar si existen diferencias significativas en la forma de la banda en función del sexo (hombres y mujeres) se han comparado los datos observados mediante el test de homogeneidad de Fisher con un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Para analizar si existen diferencias significativas en el grosor, longitud, anchura, en el tamaño de sus pedículos y en la distancia desde la cabeza de la ulna al inicio de la banda en función del sexo, se han comparado los datos observados mediante el test de la T de Student de comparación de medias, con un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

3.2.2 TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA

3.2.2.1 SELECCIÓN DEL INJERTO TENDINOSO

Extracción de una plastia de 2mm de anchura del tendón flexor radial del carpo (FRC), que se obtiene mediante mínimas incisiones transversales a lo largo del recorrido del tendón.

Debe prestarse atención en no sobrepasar el tamaño indicado, puesto que puede imposibilitar su paso a través del implante.

La longitud del injerto debe ser la máxima posible, al menos de 15 cm, ya que este se introduce doble en el implante, quedando la plastia reducida a la mitad de su longitud. (Figura 26)

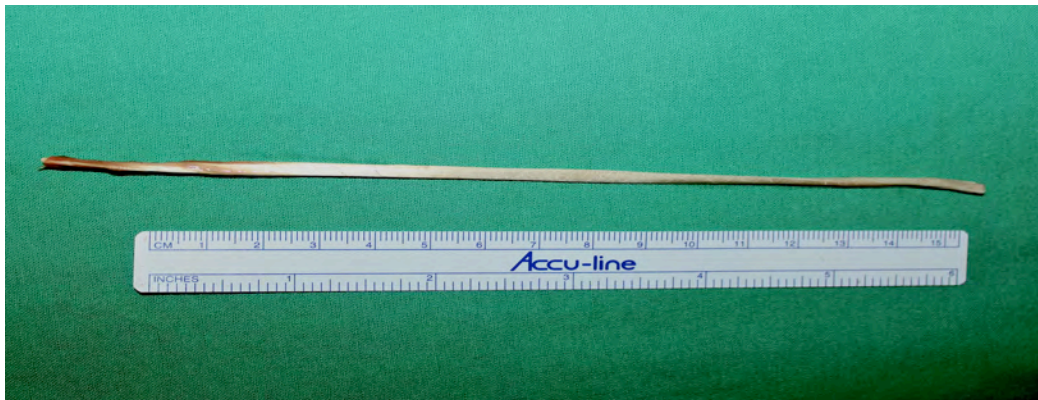


Figura 26. Medición de la longitud del injerto tendinoso.

Se realiza una sutura cruzada tipo Speedwhip -White 2010 (98)- con hilo tipo fiberloop de 4/0 (Arthrex, Naples, FL, USA) en ambos extremos del tendón para facilitar la tracción de ambos cabos durante su inserción. (Figura 27)



Figura 27. Sutura cruzada Speedwhip en los extremos del injerto.

Una vez preparada la plastia es introducida en un pasa tendón (quickpass tendon shuttle) lo que facilitará su paso por el implante. (Figuras 28 y 29)



Figura 28. Plastia introducida en el pasa tendón quickpass tendón shuttle.



Figura 29. Introducción del injerto tendinoso en el implante.

3.2.2.2 LOCALIZACIÓN DEL TÚNEL DE ENTRADA EN LA ULNA

Bajo control fluoroscópico se localiza la cabeza de la ulna, introduciendo sobre ella una aguja intramuscular como referencia. (Figura 30)

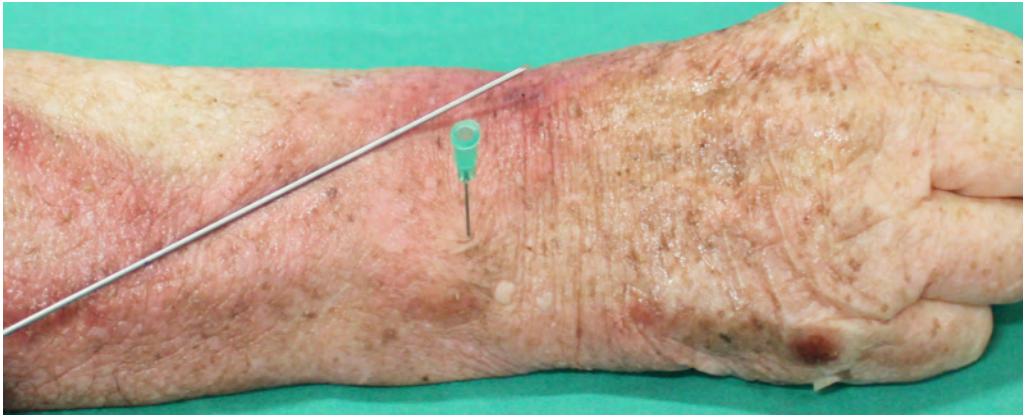


Figura 30. Aguja intramuscular sobre la cabeza de la ulna.



Figura 31. Segunda aguja intramuscular a 46 mm de la primera.

Basándonos en una medición realizada en el estudio anatómico previo de la BOD, se decide que el punto de entrada esté a 46 mm de la cabeza ulnar.

Se introduce una segunda aguja intramuscular a 46 mm de la primera, (Figura 31) colocándose una aguja de kirschner que pase por este punto y se dirija hacia el reborde inferior de la escotadura sigmoidea, simulando la disposición de la banda oblicua distal. Marcamos sobre la piel la dirección, la cual nos servirá como guía posterior. (Figura 32)

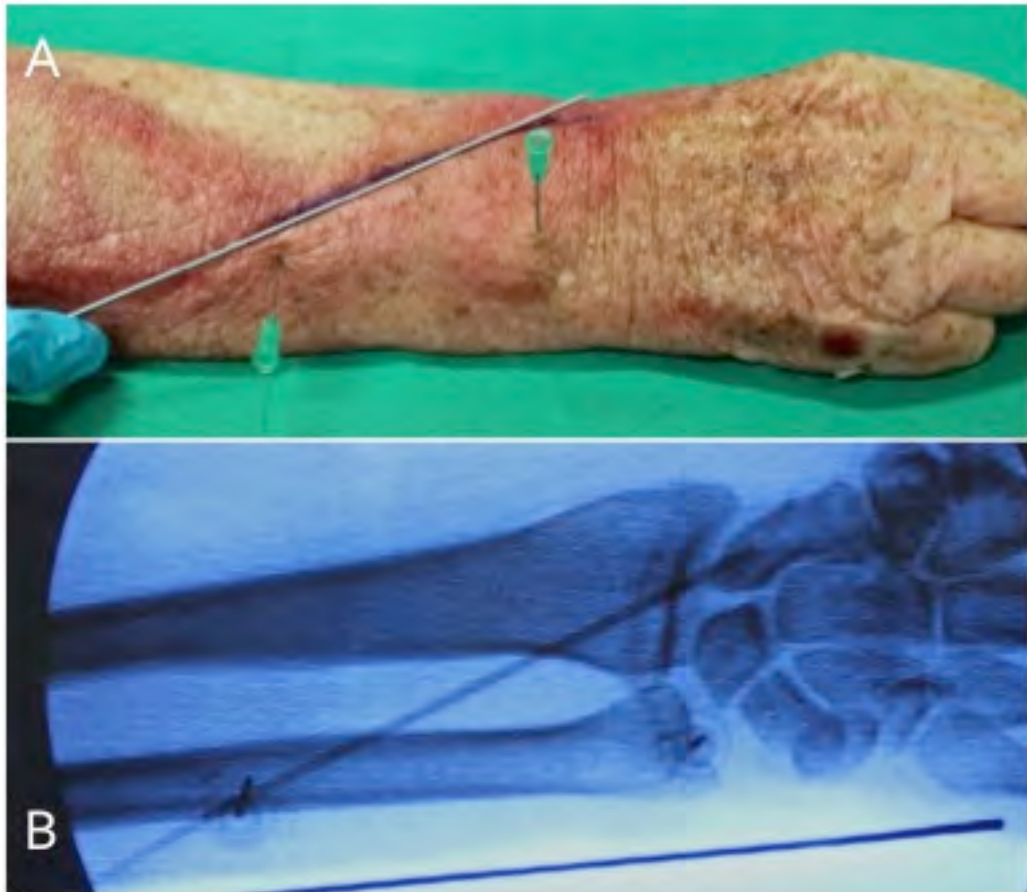


Figura 32. A. Colocación de aguja de Kirschner desde la segunda aguja intramuscular hasta la escotadura sigmoidea, simulando la BOD. Se marca sobre la piel la dirección de la misma. B. Control fluoroscópico.

Se realiza la incisión en la piel justo en el punto coincidente de la aguja de kirschner y el borde externo de la ulna, disecando los planos hasta la localización de esta última.

(Figura 33)

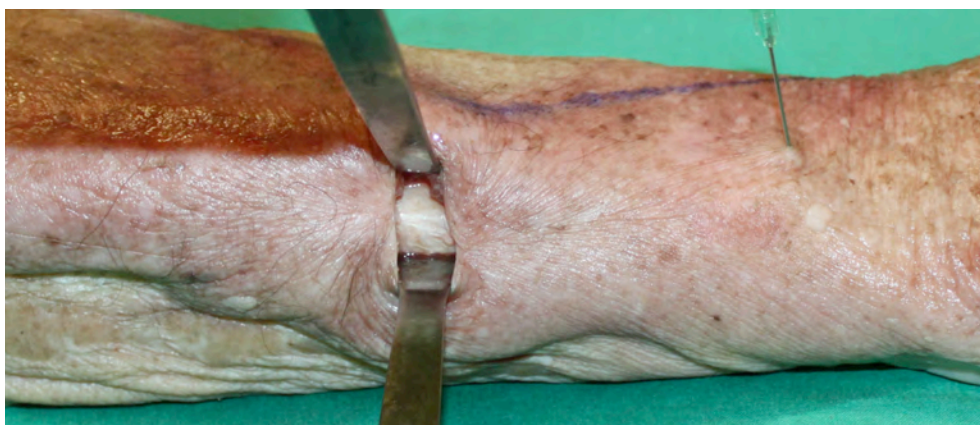


Figura 33. Incisión y disección por planos hasta la ulna.

3.2.2.3 REALIZACIÓN DEL TÚNEL Y PASO DE LA PLASTIA

Tras realizar la incisión sobre la piel, se introduce una aguja de Kirschner de 1,6 mm, a través de una guía de agujas y broca, desde la cortical interna de la ulna hasta la metáfisis del radio, justo bajo la fosa sigmoidea y sin perforar la articulación radiocarpiana.

Debe tenerse especial cuidado en que la dirección sea completamente paralela a la línea dibujada sobre piel y al plano de la mesa, (Figuras 34 y 35) siempre comprobando su correcta colocación mediante proyecciones radiológicas anteroposterior y lateral.

(Figura 36)

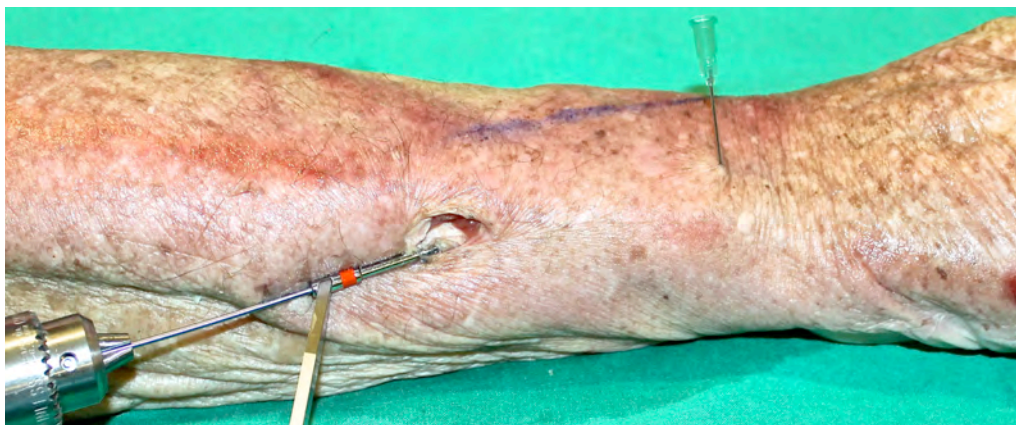


Figura 34. Introducción con motor de una aguja de kirschner en la ulna siguiendo la dirección de la marca realizada en la piel.

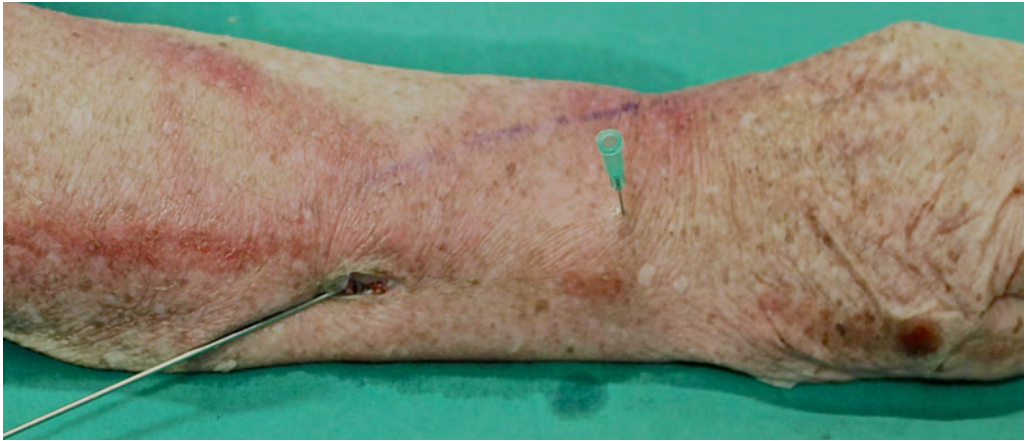


Figura 35. Aguja de kirschner paralela a la marca realizada previamente en la piel.

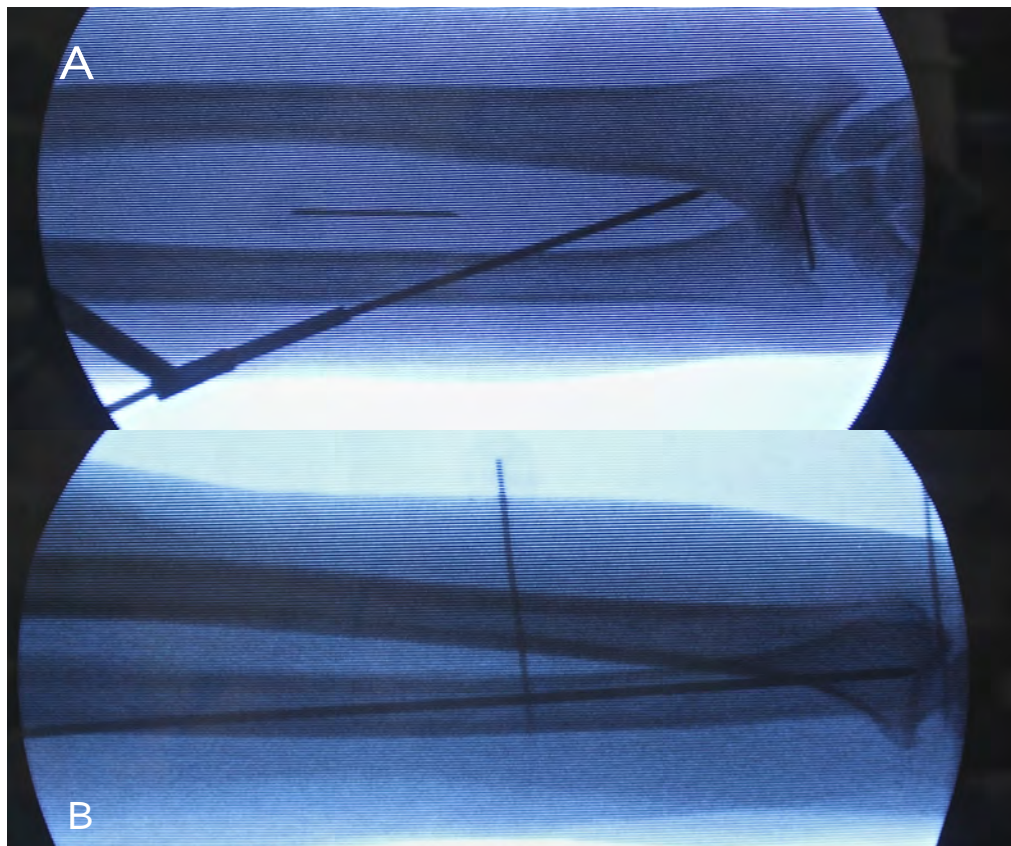


Figura 36. A. Proyección anteroposterior comprobando la correcta dirección de la aguja, desde la ulna hasta el reborde interior de la cavidad sigmoidea. B. Proyección lateral.

Se introduce la broca canulada del sistema SLAM (Arthrex, Naples, FL, USA) a través de la aguja de Kirschner y se broca bajo control fluoroscópico hasta que la porción

distal de la broca quede situada en la posición donde se quiere dejar el anclaje con la plastia, es decir en la metáfisis radial bajo la superficie articular de la porción más ulnar del radio. (Figura 37)

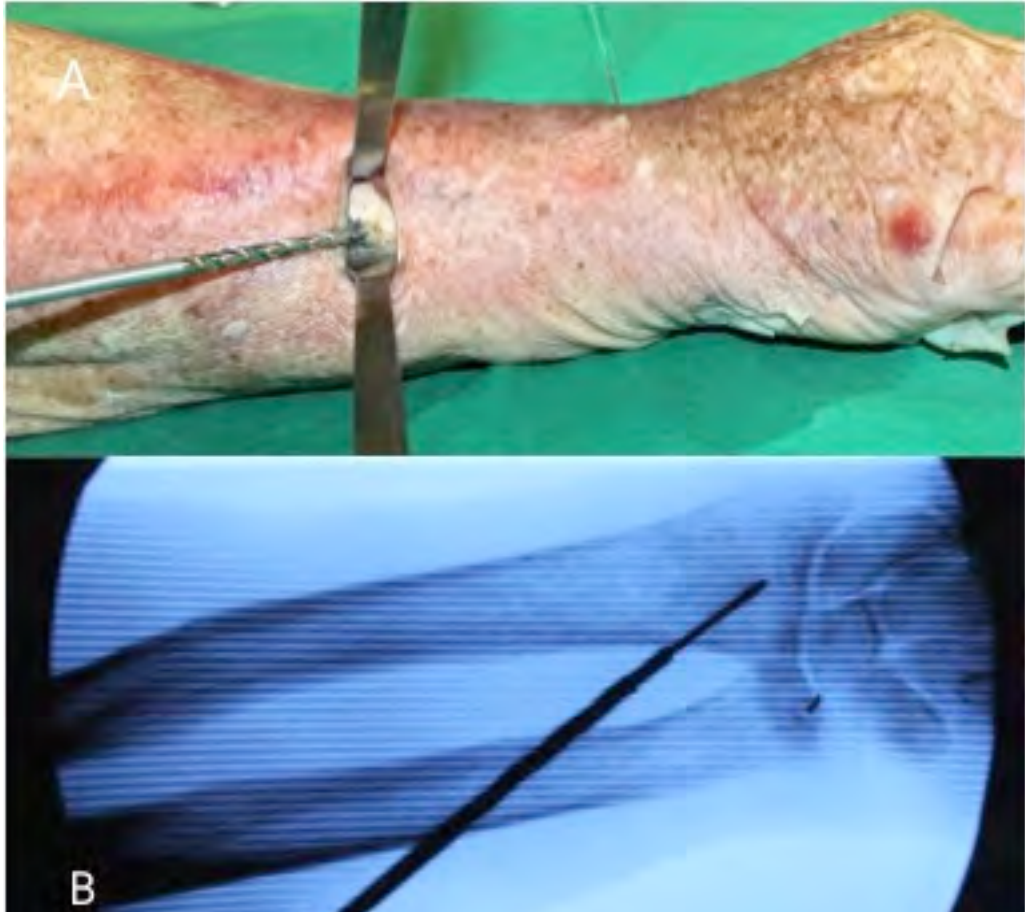


Figura 37. A. Brocado del túnel sobre aguja guía. B. Control fluoroscópico, proyección anteroposterior del antebrazo.

Introducimos el implante *Graft anchor* (Arthrex, Naples, FL, USA) previamente cargado con la plastia, en el túnel ulnar. Cuidadosamente se va avanzando a través de este, a través de la porción distal de la membrana interósea, hasta llegar a la metáfisis radial con pequeños golpes de martillo.

Hay que tener precaución con este paso, ya que el implante debe seguir el brocado previo y si no lo hace se puede desplazar hacia dorsal o volar y no entrar en el túnel del radio.

Como la longitud de la plastia no es mucho mayor que el tamaño del túnel, se puede enterrar en el hueso y ser difícil posteriormente la colocación del tornillo interferencial. Para ello se debe traccionar de los hilos del fiberloop mientras se introduce la plastia, para que ésta no rote y no se entierre.

El implante se debe impactar hasta la zona de brocado distal, que corresponde a la posición más fina de la broca, ya que si no se coloca en esta posición y se deja en el túnel de brocado mayor, no se impactará correctamente y al traccionar de la plastia el implante se moverá. (Figura 38)

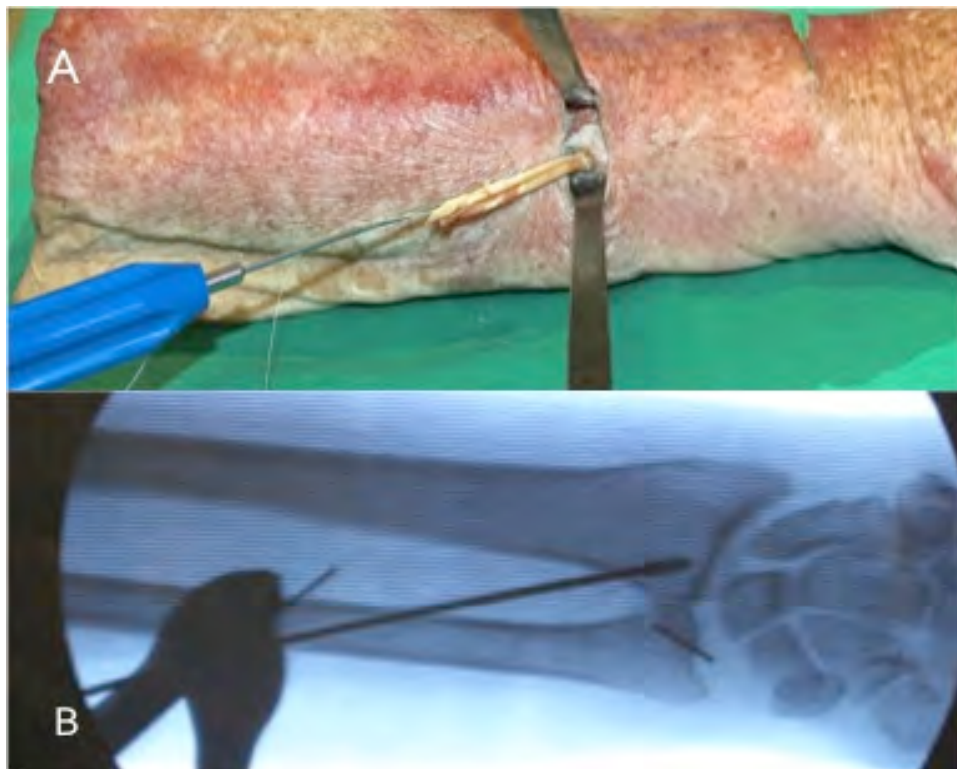


Figura 38. A. Impactación de la plastia previamente introducida en el implante hasta el punto final de brocado en el radio. B. Control fluoroscópico, proyección anteroposterior del antebrazo.

Se tracciona de los hilos de sutura de los cabos del tendón para dar tensión al injerto y se fija en la ulna con el tornillo interferencial de PEEK del sistema SLAM. (Figura 39)

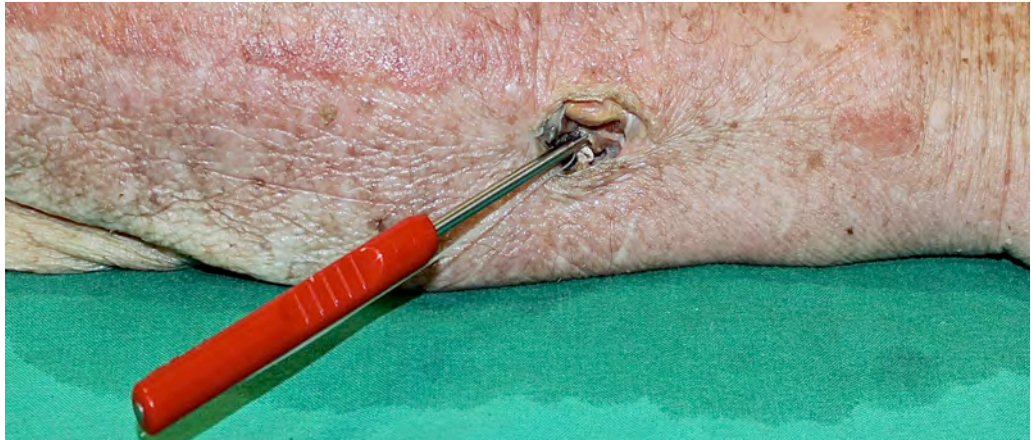


Figura 39. Fijación ulnar de la plastia con tornillo interferencial.

Finalmente se comprueba la correcta colocación del implante mediante proyecciones radiológicas. (Figura 40)

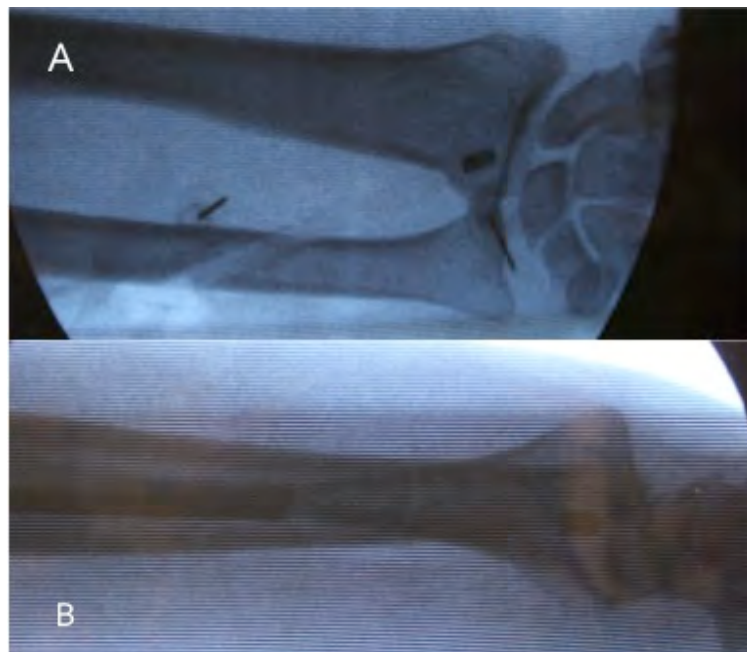


Figura 40. A. Proyección radiológica anteroposterior comprobando la correcta colocación del implante. B. Proyección lateral.

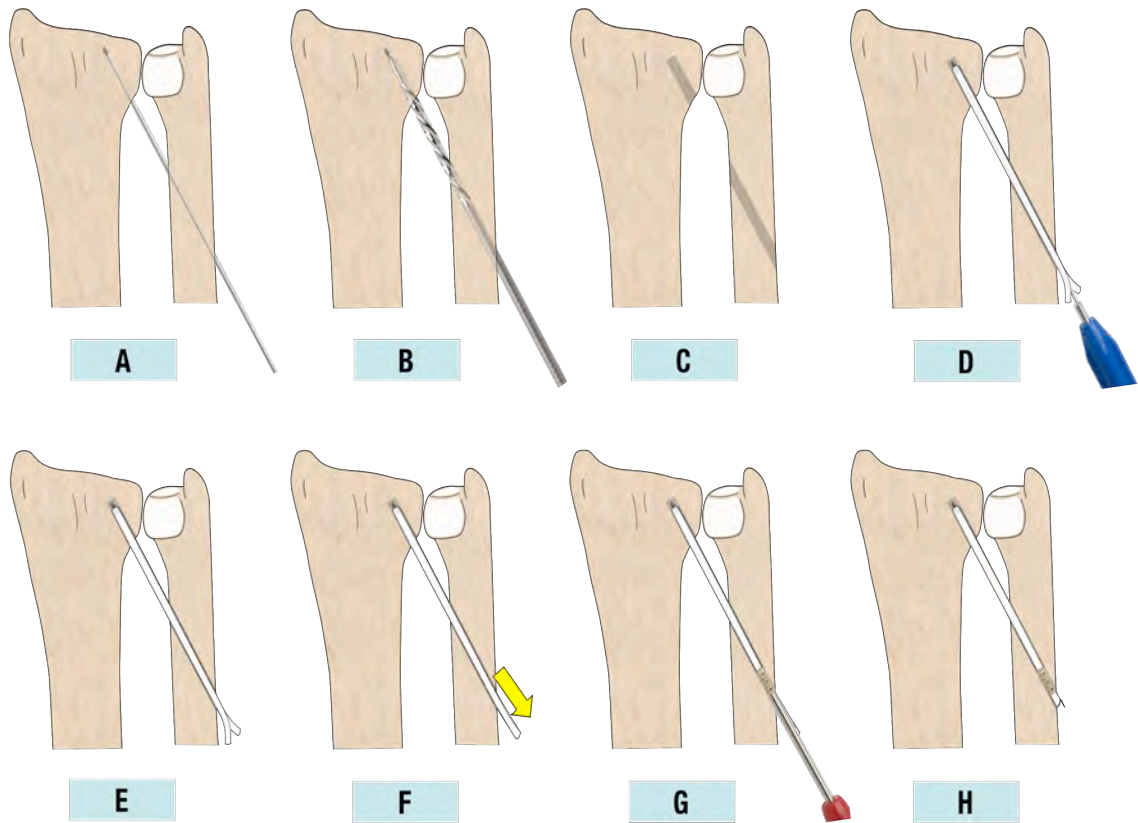


Figura 41. Resumen de los pasos a seguir para la realización de la técnica.

A: Paso de aguja de Kirschner desde la ulna distal (46mm de la cabeza) hasta la metáfisis del radio pasando bajo la escotadura sigmoidea.

B: Brocado sobre la aguja guía.

C: Tunelizaciones realizadas.

D: Paso de la plastia previamente introducida en el implante.

E: Colocación del injerto en el túnel.

F: Tracción de la sutura de la plastia para darla tensión.

G: Introducción del tornillo interferencial para la fijación ulnar.

H: Ligamentoplastia completada.

3.2.3 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA PROPUESTA

Con objeto de comprobar la viabilidad y seguridad de la técnica propuesta, la autora de la tesis doctoral realizó la disección anatómica sistemática de todos los especímenes midiendo las distancias más relevantes mediante un calibrador digital Absolute (Mitutoyo Corporation, Japan), bajo la supervisión de un segundo observador.

1. *Tamaño vía de abordaje*

2. *Tamaño y colocación de la plastia*

- a. Longitud de la plastia: parámetro medido desde su origen en la diáfisis ulnar hasta su inserción en el radio.
- b. Anchura de la plastia: parámetro medido en el punto medio de la longitud, una vez calculada ésta ($L/2$).
- c. Distancia desde la cabeza de la ulna a la inserción ulnar de la plastia: parámetro medido desde la cabeza de la ulna desprovista de tejidos blandos hasta el inicio de su inserción ulnar.
- d. Distancia desde el reborde inferior de la escotadura sigmoidea a la inserción de la plastia: parámetro medido desde la parte superior del reborde inferior de la escotadura sigmoidea hasta la inserción radial de la plastia.

3. *Distancia desde el inicio del túnel en la ulna a estructuras de riesgo*

- a. Distancia desde el túnel a la rama sensitiva del nervio ulnar: medida desde la parte media del túnel ulnar al inicio de dicha rama.

- b. Distancia desde el túnel al nervio ulnar: medida desde la parte central del túnel ulnar a la porción del nervio más cercana a dicho túnel.

4. *Distancia desde el final del túnel en la ulna a estructuras en riesgo*

- a. Distancia desde la salida de la plastia en el túnel a la bifurcación de la arteria interósea anterior.

5. *Lesión de estructuras en riesgo*

6. *Diferencias y similitudes entre la banda oblicua distal obtenidas en el primer estudio anatómico y la plastia utilizada para la realización de la técnica quirúrgica propuesta*

- a. Longitud.
- b. Grosor.
- c. Distancia desde la cabeza de la ulna a la plastia y BOD.
- d. Distancia desde el reborde inferior de la cavidad sigmoidea a la plastia y BOD.

Comparación de los resultados obtenidos entre ambas, medidos de forma similar a lo explicado en apartados previos.

4 RESULTADOS

4.1 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL

4.1.1 SEXO Y LATERALIDAD

Relación de los 15 especímenes con el sexo y lateralidad

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V	V	M	V	M	V	M	V	V	V	V	V	M	M	M
I	I	D	I	I	D	I	D	I	I	I	I	D	I	I

Se observó la banda oblicua distal en un 50% de los casos (15 especímenes), siendo 9 de ellos varones y 6 mujeres. Once de los especímenes fueron antebrazos izquierdos y 4 derechos.

4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE LA BANDA Y SUS INSERCIONES

En 12 de los casos el origen de la banda se situaba en la diáfisis ulnar, mientras que en los 3 restantes además de insertarse en la ulna lo hacía también en la membrana accesoria. Su inserción se encontró en la porción inferior de la cavidad sigmoidea del radio con extensión a los ligamentos radioulnares distales en todos los casos estudiados.

Se observaron 4 tipos diferentes de banda en cuanto a su forma:

- Tipo I: banda ancha ocupando todo el espacio de la membrana interósea (5 casos)
- Tipo II: asimétrica con ensanchamiento ulnar (5 casos)
- Tipo III: lineal en toda su longitud (4 casos)
- Tipo IV: asimétrica con ensanchamiento radial (1 caso)

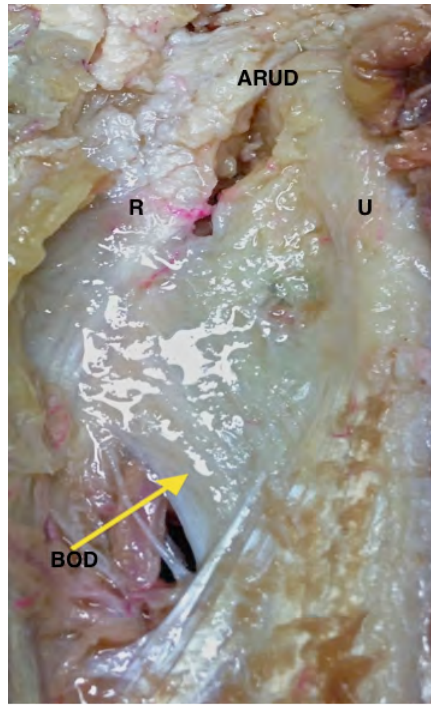


Figura 42. Visión anterior de un antebrazo distal. Banda oblicua distal (BOD) tipo I. Ulna (U). Radio (R). Articulación radioulnar distal (ARUD).

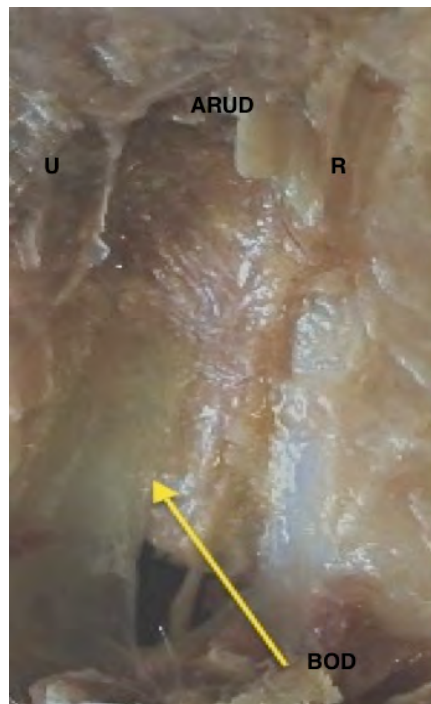


Figura 43. Visión anterior de un antebrazo distal. Banda oblicua distal (BOD) tipo II. Ulna (U). Radio (R). Articulación radioulnar distal (ARUD).

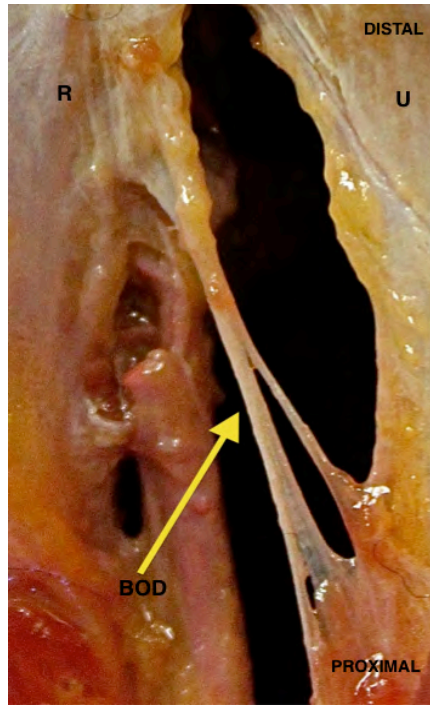


Figura 44. Visión anterior de un antebrazo distal. Banda oblicua distal (BOD) tipo III. Ulna (U). Radio (R).

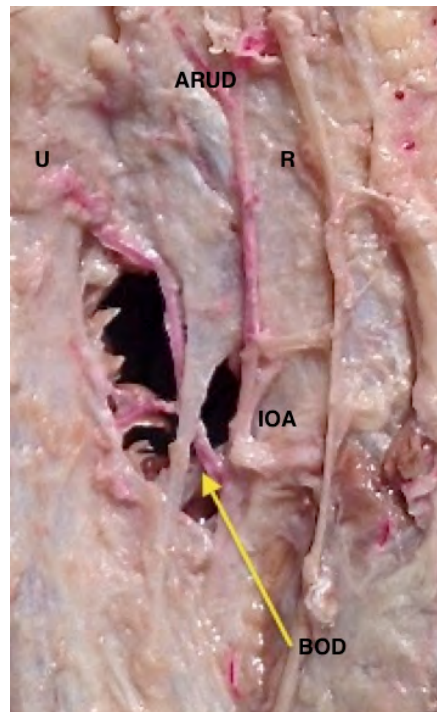


Figura 45. Visión anterior de un antebrazo distal. Banda oblicua distal (BOD) tipo IV. Ulna (U). Radio (R). Arteria interósea anterior (IOA). Articulación radioulnar distal (ARUD).

4.1.3 LONGITUD

La longitud media de la banda oblicua distal fue de **28,61 mm** (15-45 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
32,30	45	17	39	15	24	28,40	29	22	41	24	36	22	25,60	28,60

4.1.4 ANCHURA

La anchura media de la banda fue de **14,33 mm** (2-34,80 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	10,10	25,10	6	20,10	9	34,80	8	7	2	16	8,10	27,10	34,30	3

4.1.5 GROSOR

El grosor medio de la BOD fue **1,05 mm** (0,99-1,20 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,99	1	1,20	1	1,10	0,99	1,10	0,99	1	1,01	1,10	1	1,10	1,20	1

4.1.6 TAMAÑO DEL PEDÍCULO ULNAR

La media del pedículo ulnar de la banda fue **20,39 mm** (3,70-37 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9,10	3,70	37	12	27	20	34,40	15	17	19	18	26,70	28,10	33,90	5

4.1.7 TAMAÑO DEL PEDÍCULO RADIAL

El valor medio del pedículo radial en su inserción en el borde inferior de la escotadura sigmoidea fue **16,01 mm** (2,70-36,70 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7,10	15,20	24,70	13	31,30	6	35	12	5	7	5	11,80	25,70	36,70	4,70

4.1.8 DISTANCIA DESDE LA CABEZA DE LA ULNA A LA BANDA OBLICUA DISTAL

El valor medio de esta distancia fue de **46,18 mm** (35,80-60,93 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
45	60,93	52	47	53	42	35,80	36	45	42	52	39,70	45,80	42,50	54

4.1.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ESTUDIO ANATÓMICO DE LA BANDA OBLICUA DISTAL

Se presentan en la siguiente tabla los estadísticos más relevantes de la muestra: grosor, longitud y tamaño de la banda, así como el tamaño de los pedículos ulnar y radial, y de la distancia desde la cabeza de la ulna a la banda oblicua distal.

Estadísticos

		Grosor	Longitud	Ancho	Pedículo radial	Pedículo ulnar	Distancia
N	Valido	15	15	15	15	15	15
	Valores perdidos	0	0	0	0	0	0
	Media		28,613333	14,338667	16,013	20,393	46,1820
	Mediana		28,400000	9,000000	12,000	19,000	45,0000
	Desviación estándar		8,6751588	11,2235530	11,5466	10,5534	7,06312
	Mínimo		15,0000	2,0000	4,7	3,7	35,80
	Máximo		45,0000	34,8800	36,7	37,0	60,93
Percentil	10	,9900	16,200000	2,600000	4,880	4,480	35,9200
	90	1,2000	42,600000	34,532000	35,680	35,440	56,7720

Tabla 1. Estadística descriptiva de la BOD

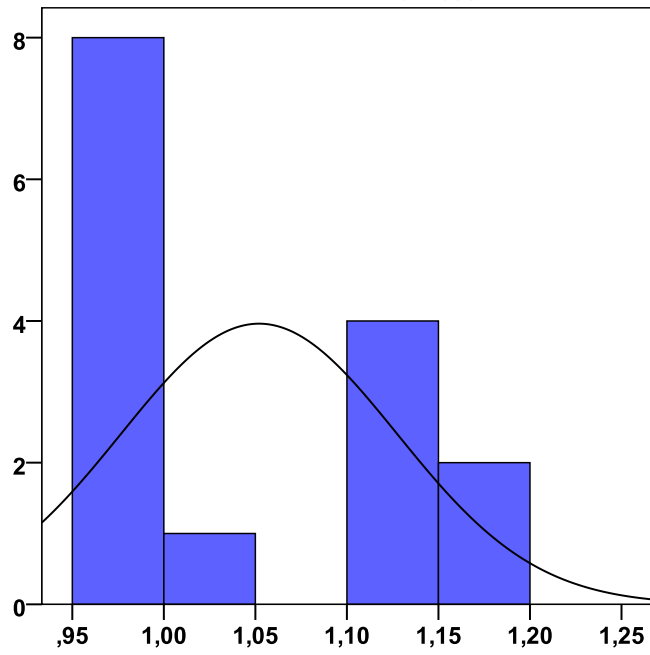


Tabla 2. Histograma de la variable grosor de la banda. Línea vertical: frecuencia/ línea horizontal: mm de grosor.

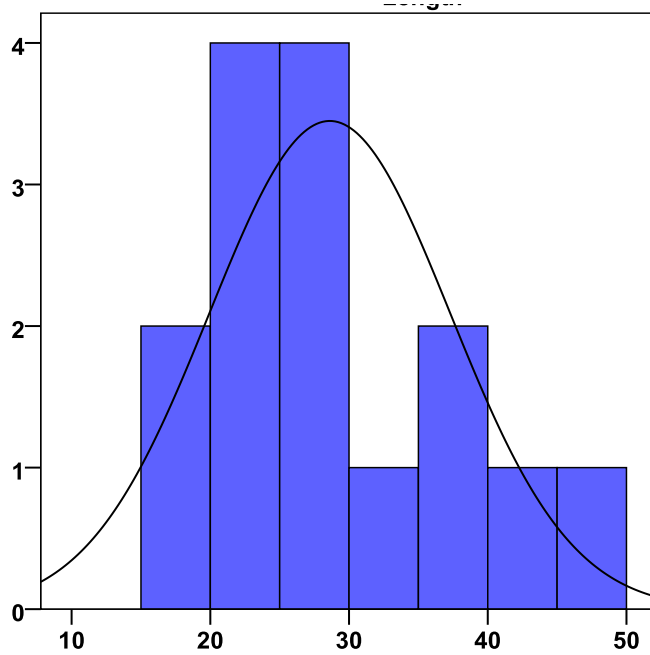


Tabla 3. Histograma de la variable longitud de la banda. Línea vertical: frecuencia/ línea horizontal: longitud en mm.

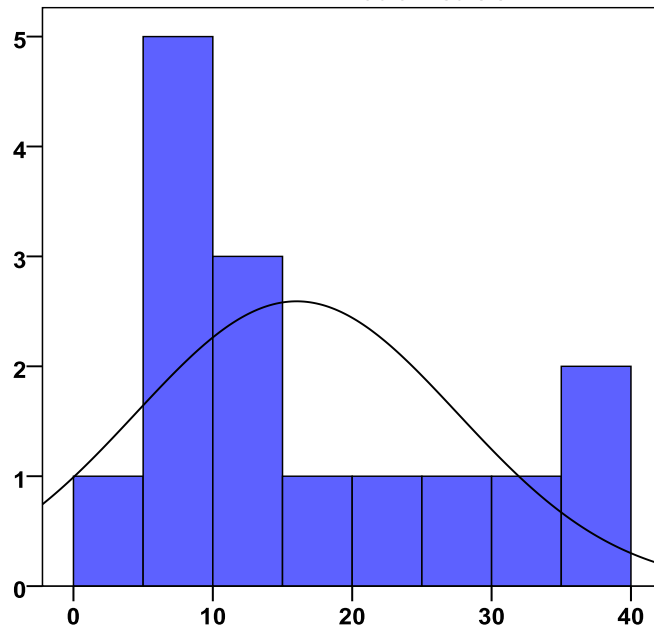


Tabla 4. Histograma de la variable pedículo radial de la banda. Línea vertical: frecuencia/ línea horizontal: tamaño del pedículo radial en mm.

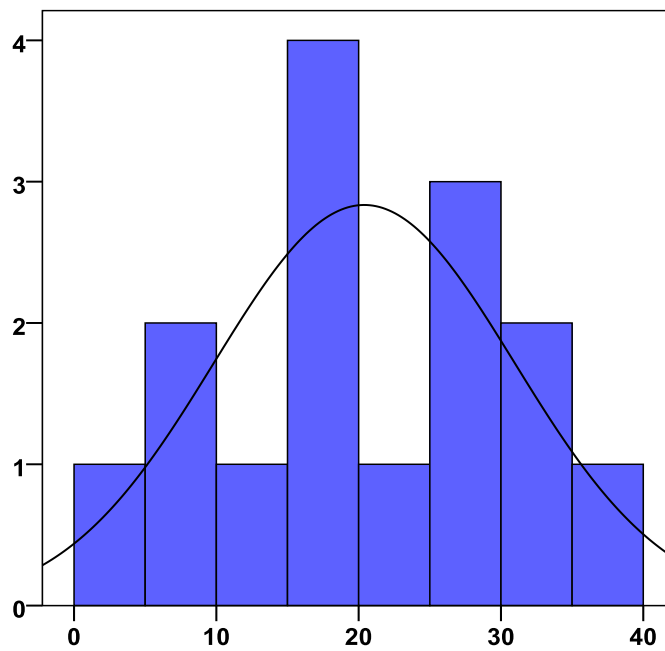


Tabla 5. Histograma de la variable pedículo ulnar de la banda. Línea vertical: frecuencia/ línea horizontal: tamaño del pedículo ulnar en mm.

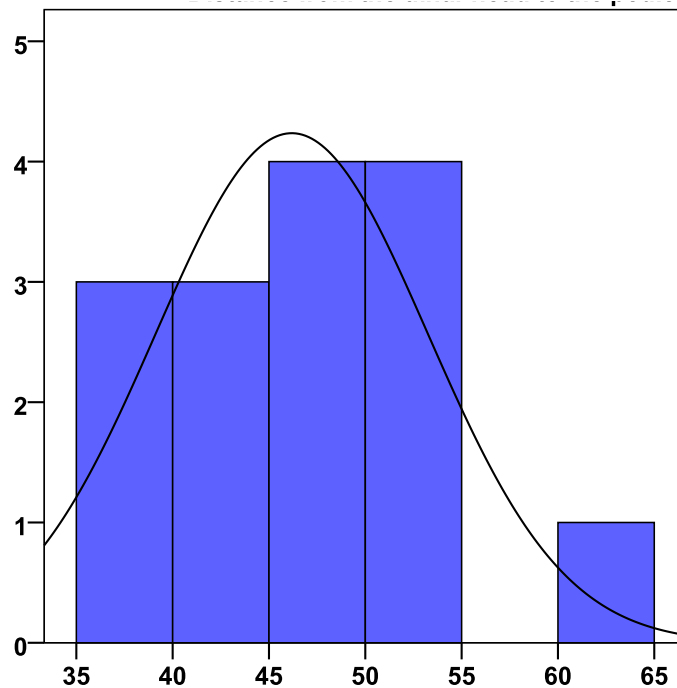


Tabla 6. Histograma de la variable distancia desde la cabeza de la ulna a la banda. Línea vertical : frecuencia/ línea horizontal: distancia en mm desde la cabeza ulnar al inicio de la banda.

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en la presencia de la banda, se han comparado los datos a través del test de homogeneidad de la Chi cuadrado con un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la presencia de la banda ($p\text{-valor} \approx 1$).

	Banda		Banda (Hombres)		Banda (Mujeres)	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No	15	50,0	10	0,5263	6	0,5455
Si	15	50,0	9	0,4737	5	0,4545
Valores perdidos						
Total	30	100,0	19	100,0	11	100,0

Tabla 7. Frecuencia y porcentajes de las variables presencia de la banda y sexo.

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en la forma de la banda, se han comparado los datos a través del test de homogeneidad de Fisher con un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la forma de la banda (p -valor = $0,00019$), siendo más frecuente la banda ancha en mujeres y la banda de tipo asimétrico con ensanchamiento ulnar o lineal en hombres.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Validos	Ancha	5	33,3	33,3	33,3
	Lineal	4	26,7	26,7	60,0
	Radial	1	6,7	6,7	66,7
	Ulnar	5	33,3	33,3	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Tabla 8. Frecuencia y porcentajes de la variable forma de la banda.

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en el grosor de la banda, se han comparado los datos a través del test de la T de Student de comparación de medias con un nivel de significación alfa = 0,05. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto al grosor de la banda (p-valor = 0,002), siendo mayor en mujeres (promedio 1,11 mm) que en los hombres (promedio 1,01 mm).

Grosor	Test de Levene para la igualdad de varianzas		T test para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias	
								Inferior	Superior
Se asume igualdad de varianzas	3,659	,078	-3,781	13	,002	-,10778	,02850	-,16936	-,04620
No se asume igualdad de varianzas			-3,281	6,445	,015	-,10778	,03285	-,18683	-,02873

Tabla 9. Test T para valorar las diferencias en el grosor de la banda entre hombres y mujeres. Siendo F: el valor del estadístico, Sig: significación, T: T de Student, Gl: grados de libertad.

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en la longitud de la banda, se han comparado los datos a través del test de la T de Student de comparación de medias con un nivel de significación alfa = 0,05. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la longitud de la banda (p-valor = 0,028), siendo mayor en hombres (promedio 32,47 mm) que en mujeres (promedio 22,81 mm).

Longitud	Test de Levene para la igualdad de varianzas		T test para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias	
								Inferior	Superior
Se asume igualdad de varianzas	1,455	,249	2,467	13	,028	9,6611111	3,9157907	1,2015597	18,1206625
No se asume igualdad de varianzas			2,657	12,922	,020	9,6611111	3,6366185	1,7998666	17,5223556

Tabla 10. Test T para valorar las diferencias en la longitud de la banda entre hombres y mujeres. Siendo F: el valor del estadístico, Sig: significación, T: T de Student, Gl: grados de libertad.

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en el ancho de la banda, se han comparado los datos a través del test de la T de Student de comparación de medias con un nivel de significación $\alpha=0,05$. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto al ancho de la banda (p -valor = 0,02), siendo mayor en mujeres (promedio 24,08 mm) que en hombres (promedio 7,84 mm).

Ancho	Test de Levene para la igualdad de varianzas		T test para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias	
								Inferior	Superior
Se asume igualdad de varianzas	4,564	,052	- 3,891	13	,002	- 16,2355556	4,1720945	- 25,2488177	- 7,2222934
No se asume igualdad de varianzas			- 3,263	5,750	,018	- 16,2355556	4,9758537	- 28,5405571	- 3,9305540

Tabla 11. Test T para valorar las diferencias en la anchura de la banda entre hombres y mujeres. Siendo F: el valor del estadístico, Sig: Significación, T: T de Student, Gl: grados de libertad.

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en el tamaño del pedículo radial de la banda, se han comparado los datos a través del test de la T de Student de comparación de medias con un nivel de significación $\alpha=0,05$. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto al tamaño del pedículo radial de la banda (p -valor = 0,001), siendo mayor en mujeres (promedio 26,35 mm) que en hombres (promedio 7,84 mm).

Tamaño del pedículo radial	Test de Levene para la igualdad de varianzas		T test para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias		
								Inferior	Superior	
Se asume igualdad de varianzas	3,119	,101	-4,172	13	,001	-17,2278	4,1295	-26,1490	-8,3065	
No se asume igualdad de varianzas			-3,497	5,743	,014	-17,2278	4,9268	-29,4152	-5,0404	

Tabla 12. Test T para valorar las diferencias en el tamaño del pedículo radial entre hombres y mujeres. Siendo F: el valor del estadístico, Sig: significación, T: T de Student, Gl: grados de libertad.

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en el tamaño del pedículo ulnar de la banda, se han comparado los datos a través del test de la T de Student de comparación de medias con un nivel de significación alfa = 0,05. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto al tamaño del pedículo ulnar de la banda (p-valor = 0,025), siendo mayor en mujeres (promedio 27,56 mm) que en hombres (promedio 9,12 mm).

Tamaño del pedículo ulnar	Test de Levene para la igualdad de varianzas		T test para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias	
								Inferior	Superior
Se asume igualdad de varianzas	,730	,408	-2,530	13	,025	-11,9556	4,7246	-22,1625	-1,7486
No se asume igualdad de varianzas			-2,266	7,205	,057	-11,9556	5,2765	-24,3608	,4497

Tabla 13. Test T para valorar las diferencias en el tamaño del pedículo ulnar entre hombres y mujeres. Siendo F: el valor del estadístico, Sig: significación, T: T de Student, Gl: grados de libertad.

Para analizar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en la distancia entre la cabeza de la ulna hasta el pedículo, se han comparado los datos a través del test de la T de Student de comparación de medias con un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la distancia entre la cabeza de la ulna hasta el pedículo ($p\text{-valor} = 0,671$).

Distancia desde la cabeza de la ulna a la banda	Test de Levene para la igualdad de varianzas		T test para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias	
								Inferior	Superior
Se asume igualdad de varianzas	,074	,790	-,435	13	,671	-1,66889	3,83529	-9,95452	6,61675
No se asume igualdad de varianzas			-,437	11,061	,670	-1,66889	3,81536	-10,06082	6,72304

Tabla 14. Test T para valorar diferencias en la distancia desde la cabeza de la ulna a la banda entre hombres y mujeres. Siendo F: el valor del estadístico, Sig: significación, T: T de Student, Gl: grados de libertad.

4.2 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA

Como se ha detallado en el apartado de método, el estudio anatómico se ha centrado en la disección y medidas de las vías de abordaje, la disección de las estructuras en riesgo y la medida de la distancia a posibles puntos de lesión y el tamaño y posición de la plastia.

4.2.1 VIA DE ABORDAJE

El tamaño medio de la incisión a nivel de la ulna para la realización de la técnica fue **21,80 mm** (16,18-28 mm).



Figura 46. Visión lateral del antebrazo. Medición con calibrador digital de la vía de abordaje.

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
22,50	16,18	18	23,32	25	20	28

4.2.2 TAMAÑO Y COLOCACIÓN DE LA PLASTIA

Se presentan en la siguiente tabla los principales estadísticos de la muestra.

		Grosor	longitud	Distancia desde la ulna a la banda
N	Válidos	7	7	7
	Perdidos	0	0	0
Media		3,1357	28,239	40,75
Mediana		3,4100	28,050	40,12
Desv. típica		,73328	3,9822	4,751
Rango		1,89	10,2	14
Mínimo		2,22	23,4	35
Máximo		4,11	33,7	50

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la muestra.

4.2.2.1 LONGITUD DE LA PLASTIA

La longitud media de la plastia fue de **28,23 mm** (23,44-33,68 mm), encontrándose ésta íntegra y en tensión en todos los casos.

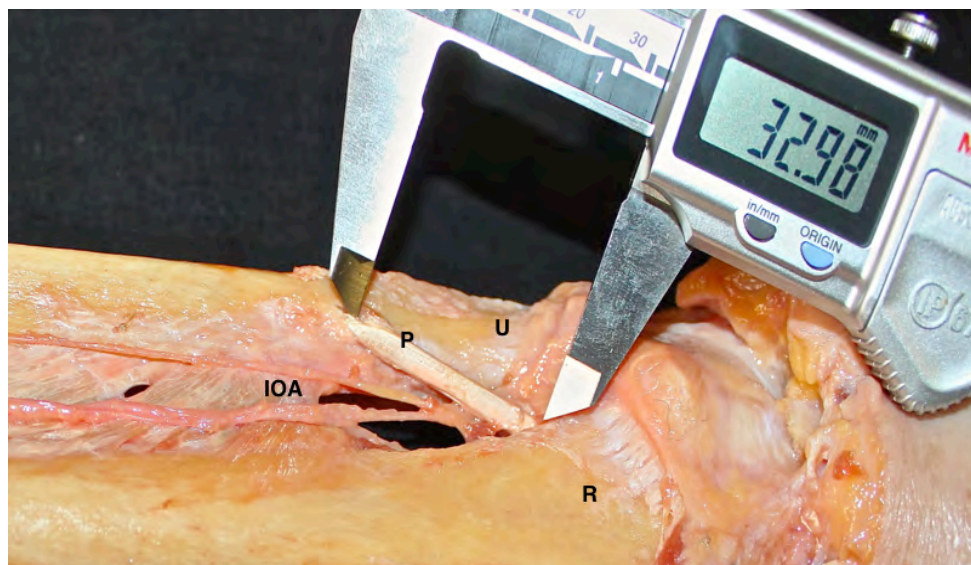


Figura 47. Visión anterior de un antebrazo distal. Medición de la longitud de la plastia (P). Arteria y nervio interóseo anterior (IOA). Ulna (U). Radio (R).

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
26,90	33,68	28,05	32,98	28,63	23,44	23,99

4.2.2.2 GROSOR

La media del grosor del injerto fue de **3,13 mm** (2,22-4,11 mm).

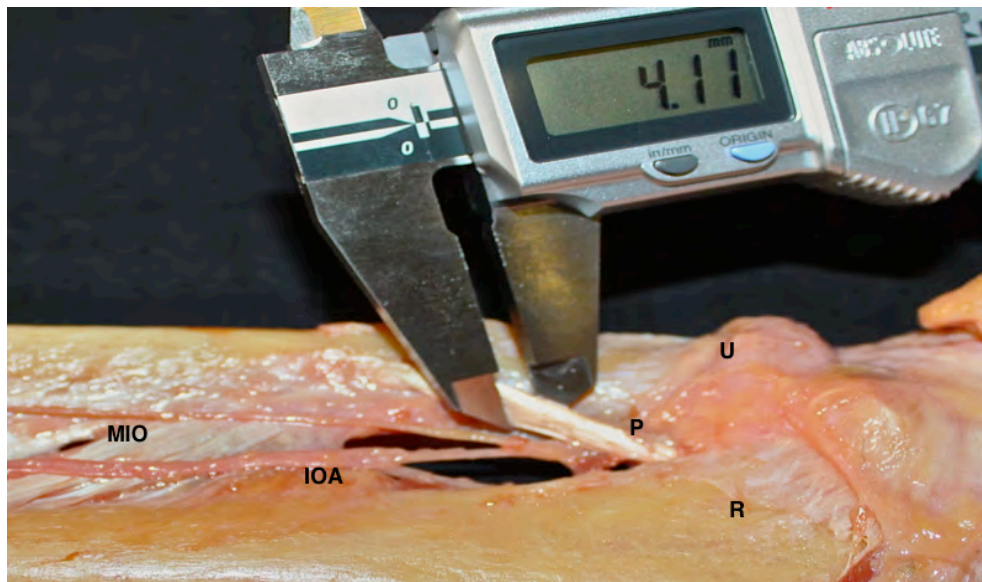


Figura 48. Visión anterior del antebrazo distal. Medición del grosor de la plastia (P). Arteria interósea anterior (IOA). Membrana interósea (MIO). Ulna (U). Radio (R).

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
3,52	2,30	3,70	4,11	2,22	2,69	3,41

4.2.2.3 DISTANCIA DESDE LA CABEZA DE LA ULNA A LA PLASTIA

La distancia media de los 4 especímenes fue de **40,74 mm** (35,20-49,51 mm).

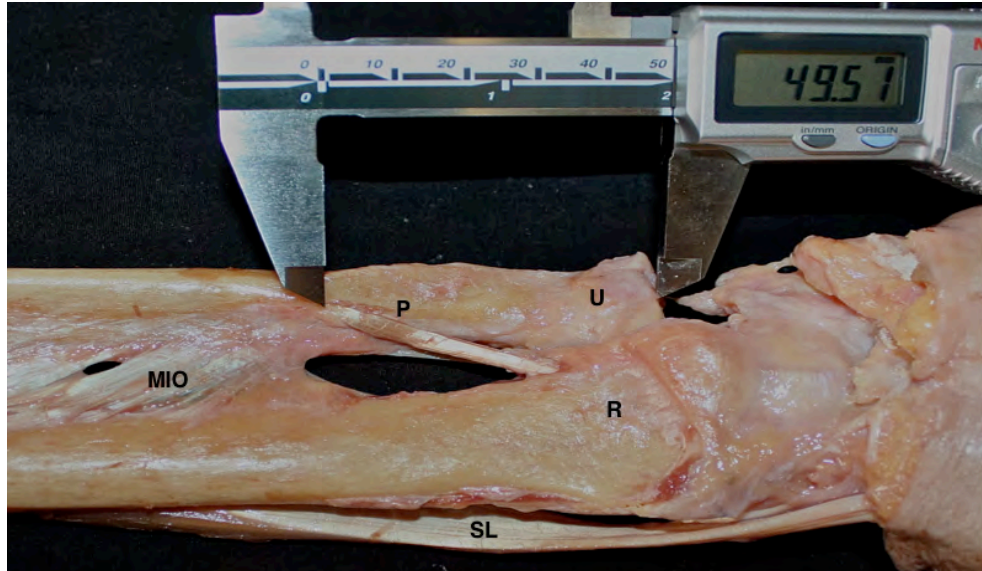


Figura 49. Visión anterior de un antebrazo. Medición de la distancia desde la cabeza ulnar desinsertada hasta la plastia (P). Membrana interósea anterior (MIO). Radio (R). Ulna (U). Supinador largo (SL).

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
42	37	43,14	49,51	40,12	38,27	35,20

4.2.2.4 DISTANCIA DESDE LA CAVIDAD SIGMOIDEA A LA INSERCIÓN DE LA PLASTIA

La media de dicha distancia fue de **5,81 mm** (4,17-10,25 mm).

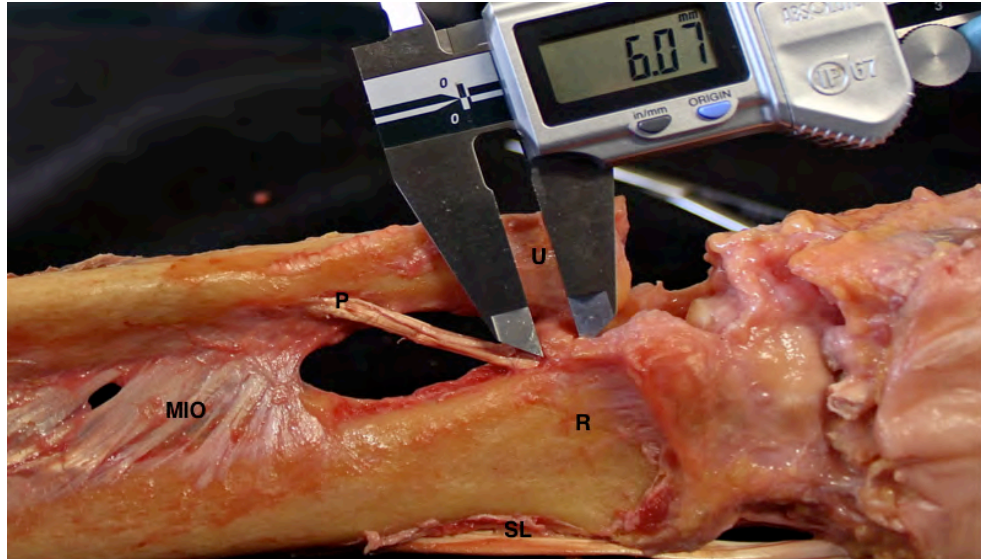


Figura 50. Visión anterior de un antebrazo distal. Medición desde el reborde inferior de la escotadura sigmoidea hasta la inserción ulnar de la plastia. U: ulna. R: radio. MIO: membrana interósea. SL: supinador largo.

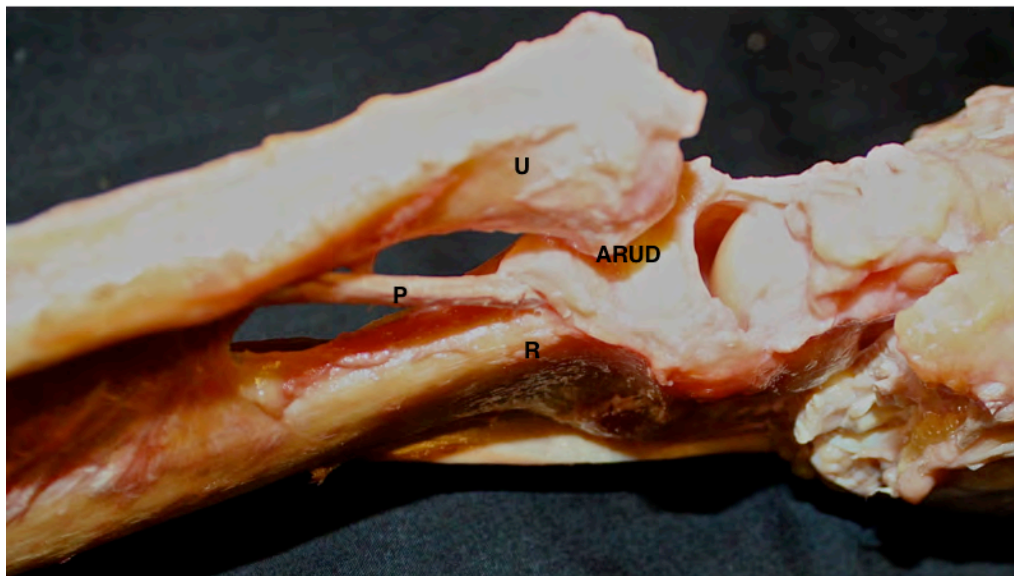


Figura 51. Visión oblicua de la articulación radioulnar distal (ARUD). Obsérvese la articulación radioulnar libre de tejidos blandos y su relación con la plastia (P). Radio (R). Ulna (U).

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
10,25	4,17	5,49	6,07	5,40	4,49	4,84

Considerando que el tamaño medio del reborde inferior de la escotadura sigmoidea fue **2,98 mm** (2,02-3,39 mm), la distancia desde la inserción de la plastia a la parte inferior de dicho reborde fue **2,83 mm**.

4.2.3 DISTANCIA DESDE EL INICIO DEL TÚNEL ULNAR A ESTRUCTURAS EN RIESGO

4.2.3.1 A LA RAMA SENSITIVA DEL NERVIU ULNAR

La distancia media desde el origen del túnel en la ulna hasta la rama sensitiva del nervio ulnar fue **30,13 mm** (16,21-43,08 mm), no objetivándose lesión en ésta en ninguno de los especímenes.

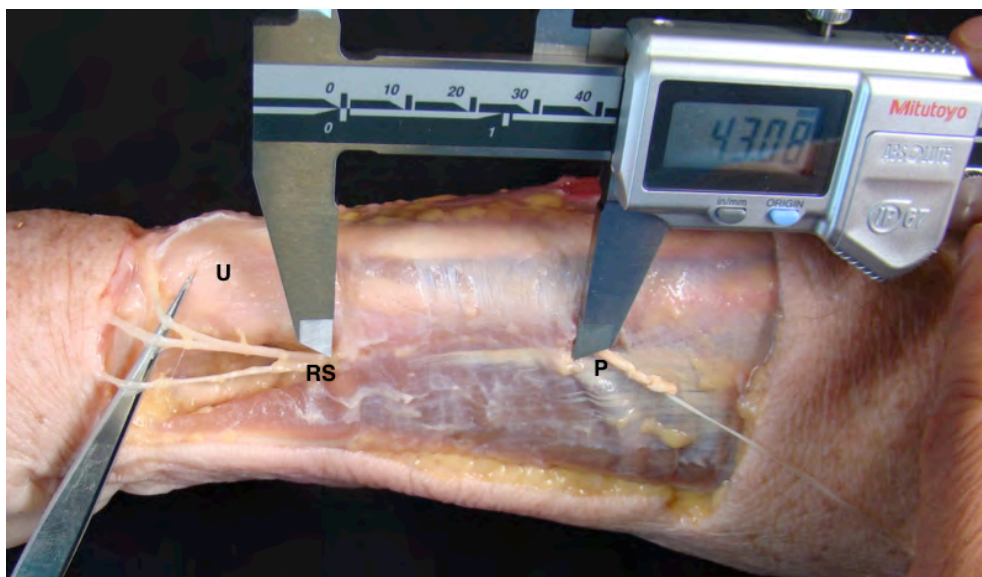


Figura 52. Visión lateral de un antebrazo. Distancia medida con calibrador digital desde el túnel hasta la rama sensitiva del nervio ulnar (RS) . Ulna (U). Plastia (P).

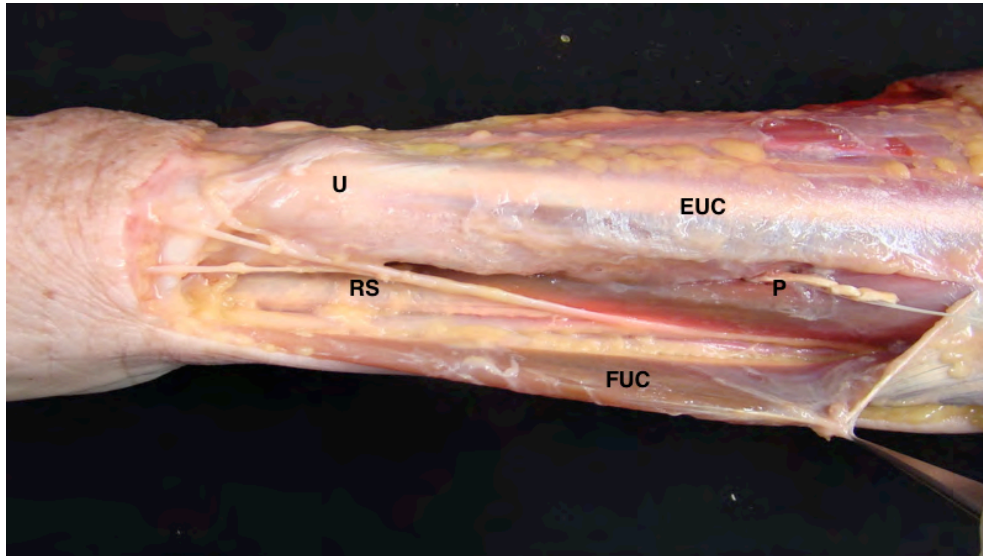


Figura 53. Visión lateral de un antebrazo. Disección de la rama sensitiva del nervio ulnar (RS). Plastia (P). Extensor ulnar del carpo (EUC). Flexor ulnar del carpo (FUC). Ulna (U).

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
43,08	40,64	30,45	16,21	42,47	19,92	18,15

4.2.3.2 AL NERVIO ULNAR

La distancia media desde el origen del túnel en la ulna hasta el nervio ulnar fue **19,27 mm** (14,12-26,10 mm), sin observarse lesiones en éste en ninguno de los especímenes.

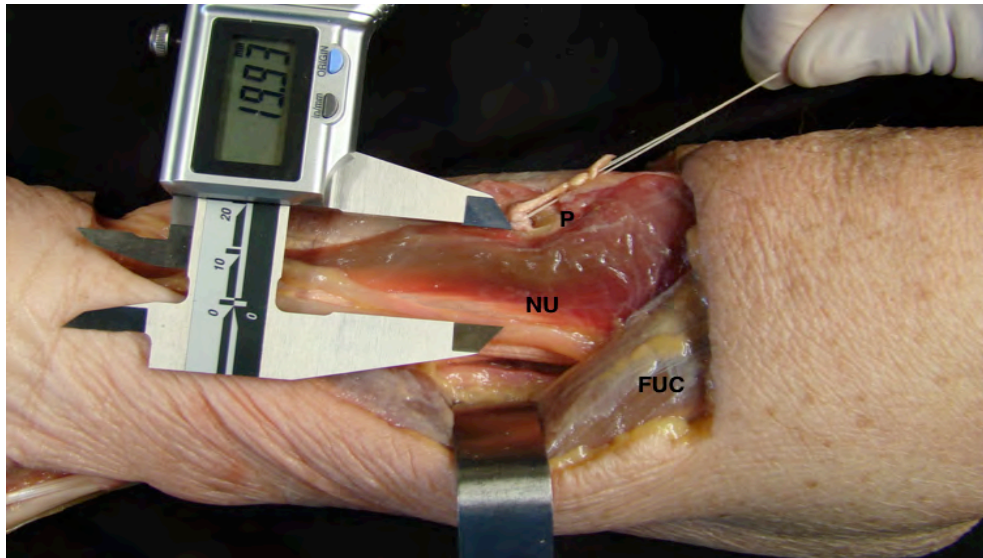


Figura 54. Visión lateral de un antebrazo. Distancia desde el inicio del túnel al nervio ulnar (NU). Plastia (P). Flexor ulnar del carpo (FUC)

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
19,33	26,10	14,12	16,26	22,30	18,55	18,20

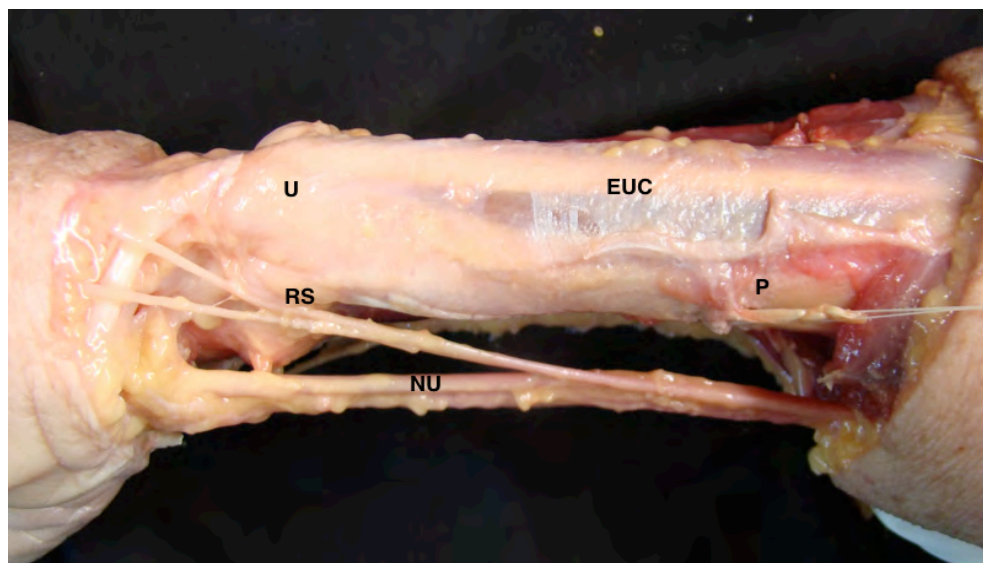


Figura 55. Visión lateral de un antebrazo. Disección del nervio ulnar (NU) y su rama sensitiva (RS). Relación de estos con el túnel ulnar y la plastia (P). Extensor ulnar carpo (EUC). Ulna (U).

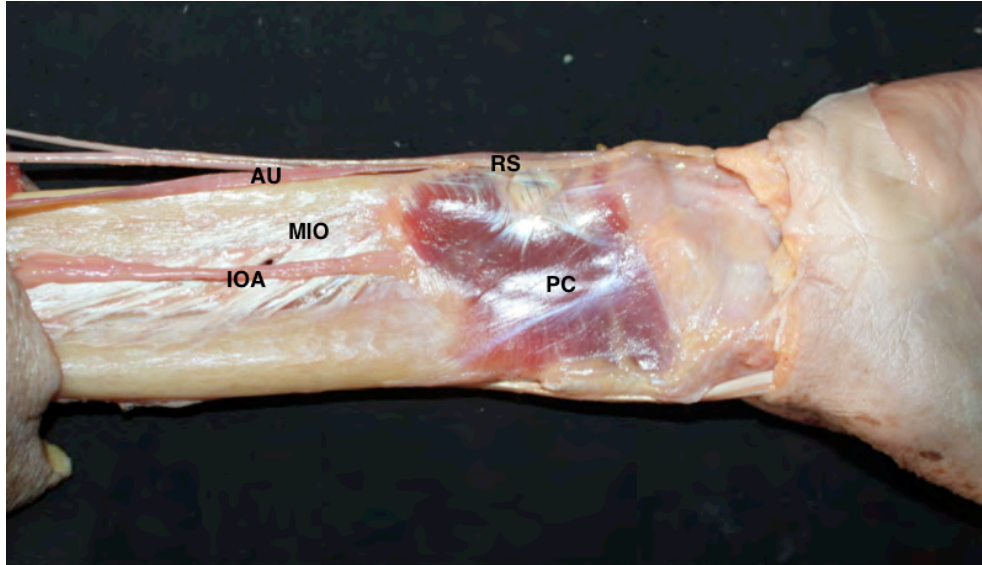


Figura 56. Visión anterior de un antebrazo donde se observa la relación del pronador cuadrado (PC) con la membrana interósea (MIO) y la relación de ésta con estructuras vasculares. Arteria interósea anterior (AIO). Arteria ulnar (AU). Rama sensitiva del nervio ulnar (RS).

4.2.4 DISTANCIA DESDE EL FINAL DEL TÚNEL ULNAR A ESTRUCTURAS EN RIESGO

4.2.4.1 DISTANCIA DESDE LA SALIDA DE LA PLASTIA EN EL TÚNEL A LA BIFURCACIÓN DE LA ARTERIA INTERÓSEA ANTERIOR

La distancia media desde la parte final del túnel ulnar hasta la bifurcación de la arteria interósea fue **12,10 mm** (7,76-17,16 mm). En todos los casos se encontraron la arteria interósea y sus ramas intactas.

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
9,93	17,16	10,45	16,45	9,06	7,76	13,90

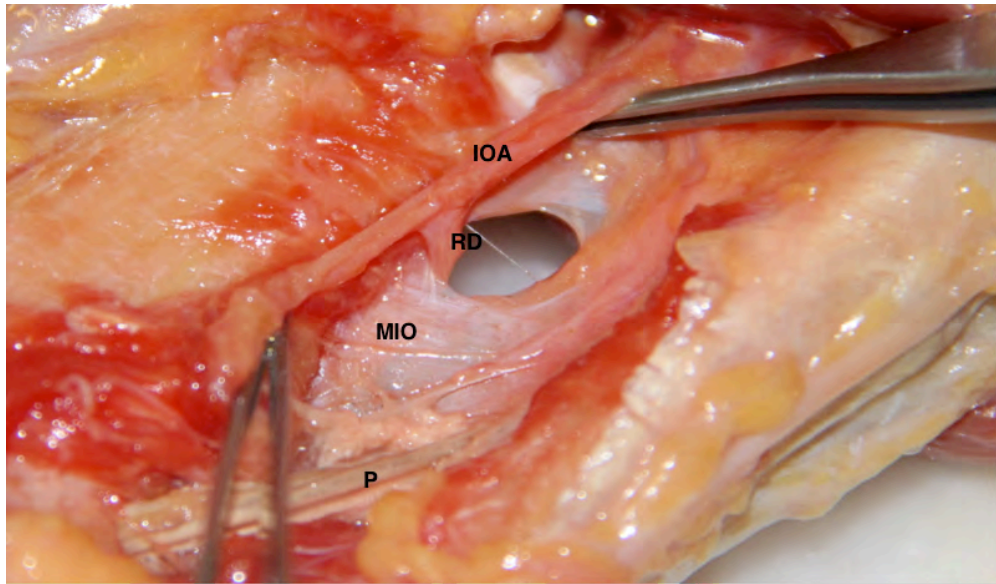


Figura 57. Visión anterior de un antebrazo distal apreciándose la arteria interósea anterior (IOA) y su rama dorsal (RD). Membrana interósea (MIO). Plastia (P).

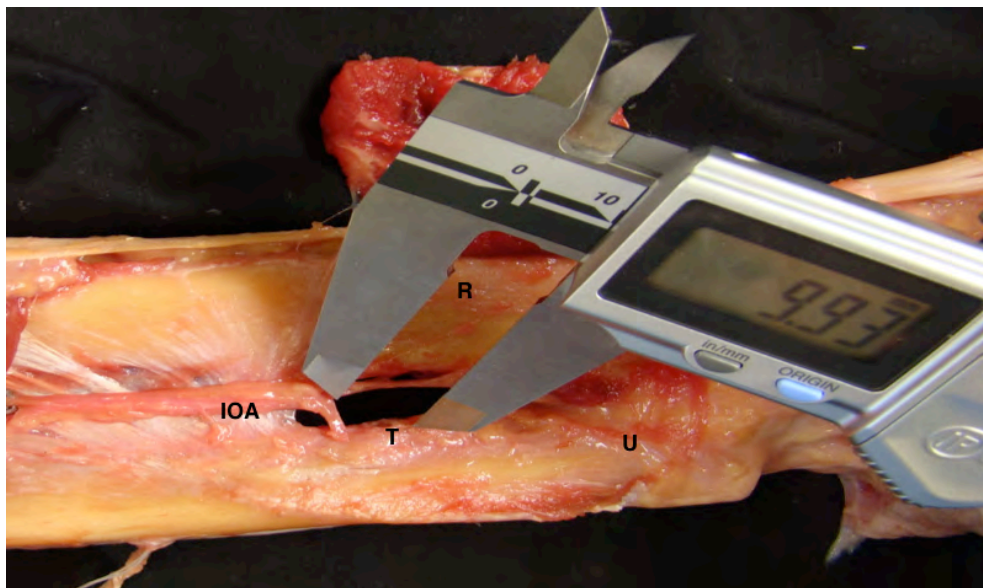


Figura 58. Visión anterior de un antebrazo. Medición desde la salida del túnel ulnar a la bifurcación de la arteria interósea anterior (IOA). Túnel (T). Ulna (U). Radio (R).

4.2.5 LESIONES DE ESTRUCTURAS EN RIESGO

Tras la disección de los especímenes no se encontró ninguna lesión iatrogénica de:

- Tendones flexores
- Tendones extensores
- Nervio ulnar y rama sensitiva del nervio ulnar
- Nervio interóseo posterior
- Nervio interóseo anterior
- Arteria interósea anterior

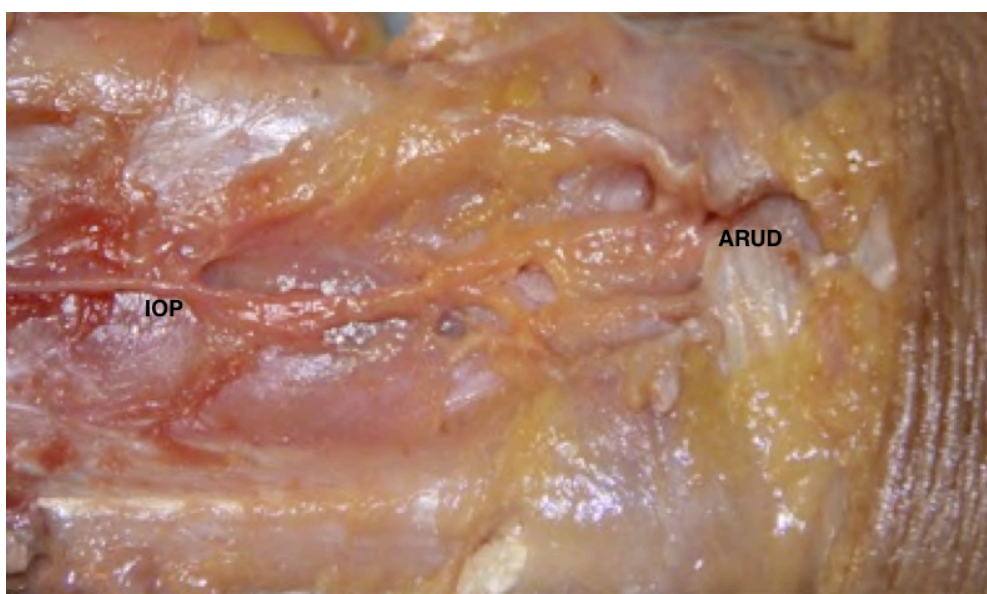


Figura 59. Disección dorsal de un espécimen apreciándose la integridad del nervio interóseo posterior (IOP).

Articulación radioulnar distal (ARUD).

Se presentan en la siguiente tabla los estadísticos descriptivos del nervio ulnar, la rama sensitiva del mismo y la bifurcación de la arteria interósea anterior.

A pesar de que no se ha producido ninguna lesión en el estudio, la bifurcación de la arteria interósea anterior es la estructura situada más cerca del túnel ulnar lo que estaría asociado un mayor riesgo de lesión.

Tipo	Media	Desviación standar	Mínimo	Máximo	Tamaño muestra
Rama	30,13	12,06	16,21	43,08	7
Nervio	19,27	3,94	14,12	26,10	7
Bifurcación	12,10	3,73	7,76	17,16	7

Tabla 16. Estadísticos descriptivos.

4.2.6 DIFERENCIAS Y SIMILITUDES ENTRE LA BANDA OBLICUA DISTAL Y LA PLASTIA

Se compararon las medidas obtenidas en el estudio anatómico previo de la banda oblicua distal encontrada en 15 especímenes cadavéricos con las de la plastia utilizada para la realización de la técnica quirúrgica propuesta.

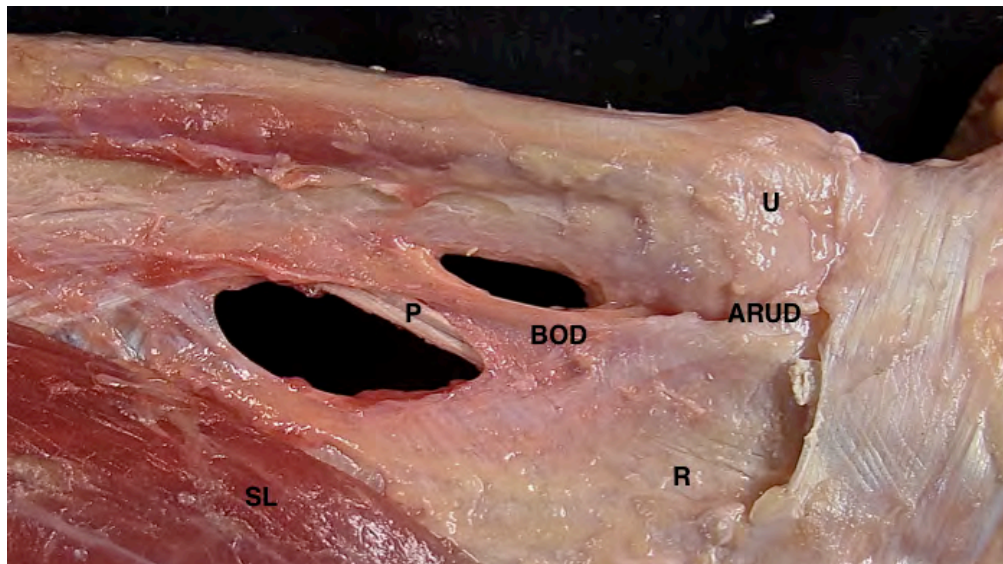


Figura 60. Visión anterior de la porción distal de un antebrazo apreciándose la plastia (P) insertada justo bajo la banda oblicua distal (BOD). Articulación radioulnar distal (ARUD). Radio (R). Ulna (U). Supinador largo (SL).

4.2.6.1 LONGITUD

La longitud media de la banda fue de **28,61 mm** (15-45 mm), mientras que la de la plastia fue de **28,23 mm** (23,44-33,68 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
32,30	45	17	39	15	24	28,40	29	22	41	24	36	22,30	25,60	28,60

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
26,90	33,68	28,05	32,98	28,63	23,44	23,99

4.2.6.2 GROSOR

El grosor medio de la banda fue de **1,05 mm** (0,99-1,20 mm), mientras que el de la plastia insertada fue de **3,13 mm** (2,22-4,11 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,99	1	1,20	1	1,10	0,99	1,10	0,99	1	1,01	1,10	1	1,10	1,20	1

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
3,52	2,30	3,70	4,11	2,22	2,69	3,41

4.2.6.3 DISTANCIA DESDE LA CABEZA DE LA ULNA A LA PLASTIA Y A LA BANDA OBLICUA DISTAL

La distancia media medida desde la cabeza de la ulna desinsertada a la plastia fue **40,74 mm** (35,20-49,51 mm), mientras que a la BOD fue **46,18 mm** (35,80-60,93 mm).

Mediciones en los 15 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
45	60,93	52	47	53	42	35,80	36	45	42	52	39,70	45,80	42,50	54

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
42	37	43,14	49,51	40,12	38,27	35,20

4.2.6.4 DISTANCIA DESDE EL REBORDE INFERIOR DE LA ESCOTADURA SIGMOIDEA HASTA LA PLASTIA Y LA BANDA OBLICUA DISTAL

No se realizaron mediciones desde la inserción de la banda a la escotadura sigmoidea ya que se observó que se insertaba justo bajo ésta. La distancia media hasta la plastia fue de **5,81 mm** (4,17-10,25 mm) desde la parte superior de la escotadura sigmoidea.

Mediciones en los 7 especímenes (mm)

1	2	3	4	5	6	7
10,25	4,17	5,49	6,07	5,40	4,49	4,84

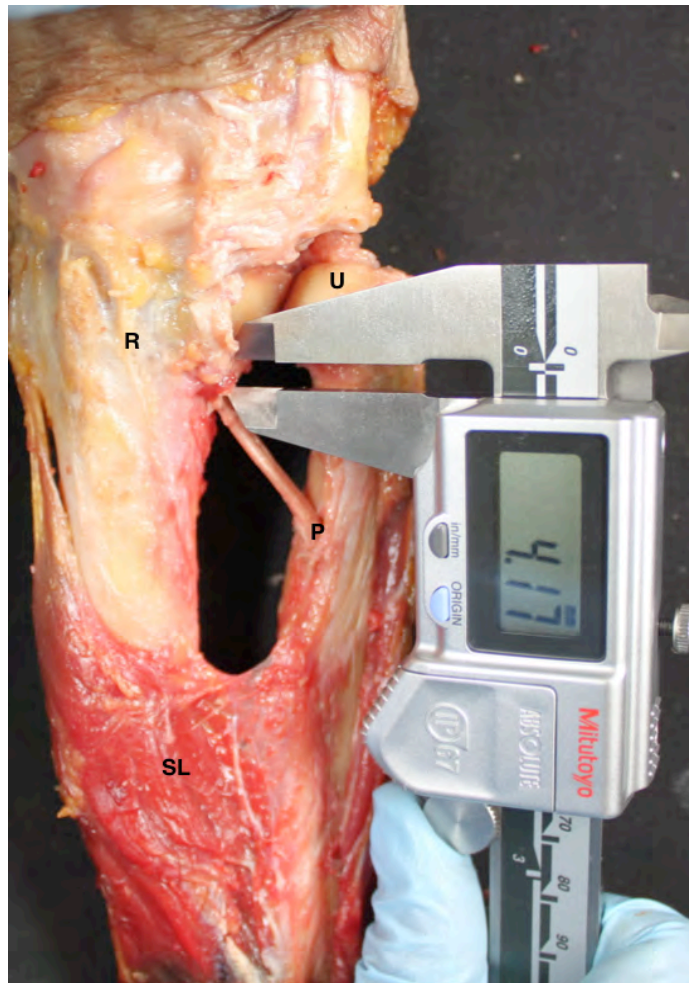


Figura 61. Visión oblicua de la porción distal de un antebrazo. Medición con calibrador digital desde la inserción de la plastia (P) a la cavidad sigmoidea. Supinador largo (SL). Radio (R). Ulna (U).

5 DISCUSIÓN

5.1 JUSTIFICACIÓN ANATÓMICA

La banda oblicua distal es una banda fibrosa independiente de la porción distal de la membrana interósea que se dirige desde la cara dorsal de la ulna hacia el radio, insertándose en el reborde inferior de la cavidad sigmoidea. -*Kitamura 2011 (27)*-

(Figura 62)

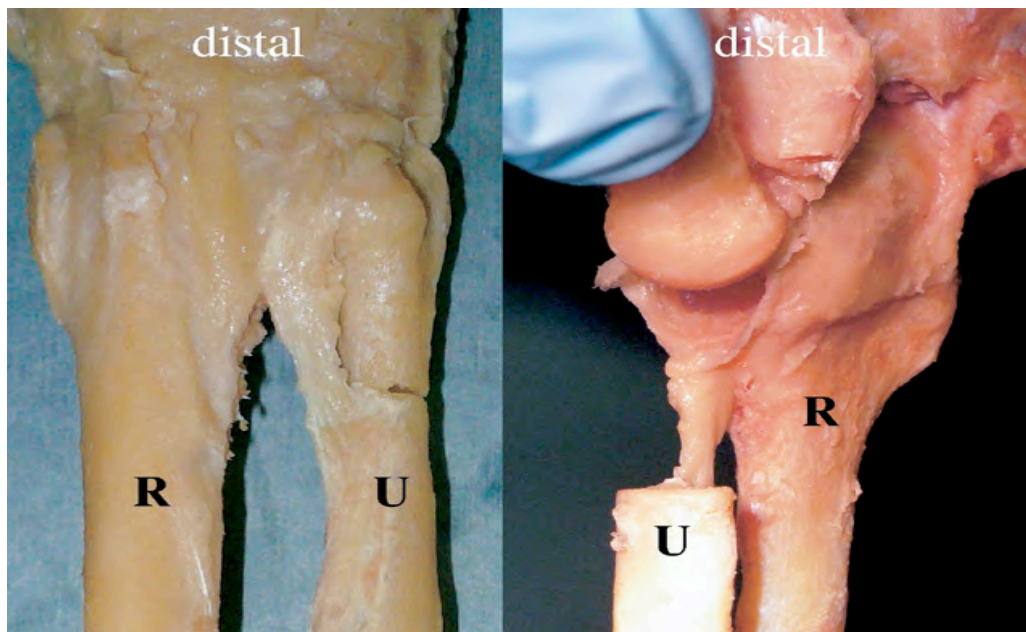


Figura 62. Visión anterior y oblicua de las inserciones ulnares y radiales de la banda oblicua distal. Radio (R). Ulna (U). Imagen tomada de Noda.2009 (25).

Su descripción se ha realizado recientemente, existiendo únicamente 2 trabajos anatómicos sobre ella. -*Noda 2009 (25) Kitamura 2011 (27)*- Estudios anatómicos clásicos sobre la membrana interósea diferencian la porción membranosa, la banda central y la cuerda proximal como componentes principales -*Shaken 1997 (23)*-

describiéndose posteriormente, además de los anteriores, la banda central accesoria y la cuerda dorsal oblicua accesoria. -Loeffler 2014 (24) Noda 2009 (25)-

Desde hace unos años, la BOD ha cobrado especial importancia ya que parece que desempeña un papel fundamental en el control de la estabilidad radioulnar distal, debido a que su inserción se prolonga hacia los ligamentos radioulnares (Figura 63) y su comportamiento es isométrico, variando poco durante los movimientos de pronosupinación, originándose en el eje de rotación del antebrazo. -Moritomo 2009 (37)-

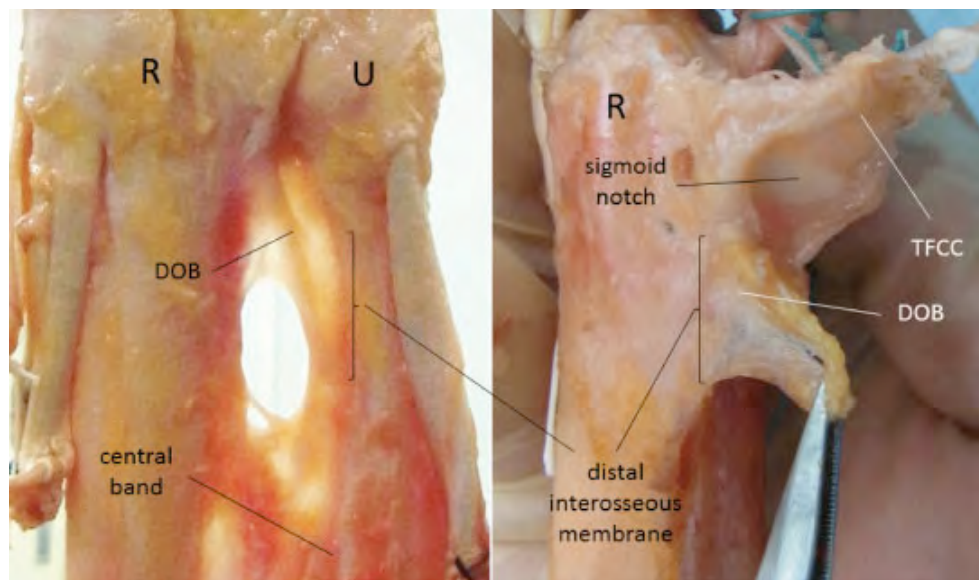


Figura 63. Relaciones anatómicas de la BOD y el CFCT. Radio (R). Ulna (U). Complejo fibrocartilago triangular (TFCC). Banda oblicua distal (DOB). Imagen tomada de Moritomo.2013 (26).

En nuestro estudio de 30 especímenes cadavéricos se observó la presencia la BOD en 15 de ellos (50%), mayor porcentaje del encontrado en estudios previos, como el de Kitamura y cols. -Kitamura 2011 (27)- y el de Noda y cols. -Noda 2009 (25)- que observan la banda en un 40% de los casos.

En un trabajo reciente Okada y cols. *-Okada 2014 (99)-* realizan una evaluación mediante ultrasonidos de 14 radioulnares distales con diferentes tipos de patologías, corroborando los resultados de manera intraoperatoria.

Observan la BOD en un 40% de los casos, coincidiendo con los resultados de Kitamura y cols. *-Kitamura 2011 (27)-* y Noda y cols. *-Noda 2009 (25)-* y concluyen que la ecografía es un buen método de identificación de la banda pudiendo esto influir en futuros tratamientos a realizar.

Es relativamente fácil tanto obtener falsos positivos como falsos negativos, puesto que hay bandas gruesas claramente diferenciadas pero existen otras de menor tamaño más difíciles de distinguir. Al igual que un mayor grosor de la porción distal de la membrana puede hacernos pensar en la existencia de ésta cuando realmente no está presente. Por tanto, en los resultados obtenidos en las disecciones anatómicas pueden influir además de la conservación de los especímenes, la técnica de disección empleada y la experiencia del cirujano.

En nuestro estudio, solo se ha considerado positiva la existencia de la banda en aquellos casos en los que el observador y el realizador de la disección coincidían en ello.

En cuanto a la morfología de la banda, se encontraron 4 formas diferentes: una banda ancha ocupando todo el espacio entre el radio y la ulna en 5 casos, una banda con ensanchamiento ulnar en otros 5, una banda lineal en 4 y una banda asimétrica con mayor ensanchamiento radial en 1.

Nuestros resultados no son del todo coincidentes con los descritos por Kitamura y cols. *-Kitamura 2011(27)-* que describen únicamente tres tipos: lineal, lineal con apertura de la banda en forma de abanico en su inserción radial y una banda ocupando todo el espacio de la membrana interósea.

Por tanto se observó un tipo más en comparación con lo publicado. *(Figura 64)*

Bandas descritas por Kitamura y cols.	Bandas descritas en el estudio anatómico actual
▪ Ancha	▪ Ancha (tipo I)
▪ -	▪ Asimétrica con ensanchamiento ulnar (tipo II)
▪ Lineal	▪ Lineal (tipo III)
▪ Asimétrica con ensanchamiento radial	▪ Asimétrica con ensanchamiento radial (tipo IV)

Figura 64. Tipos de bandas oblicuas distales descritas por Kitamura y cols. y en el actual estudio anatómico.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en la forma, el grosor, la anchura y el tamaño de los pedículos en función del sexo del espécimen, siendo más frecuentes las bandas ocupando todo el espacio de la MIO en mujeres, al igual que más gruesas y más anchas (tanto en el punto medio como sus pedículos) en este sexo.

En todos nuestros especímenes la BOD se insertaba en el reborde inferior de la escotadura sigmoidea, con extensión a los ligamentos radioulnares, al igual que en los pocos estudios descriptivos publicados sobre ella. *-Noda 2009 (25) Kitamura 2011 (27)-*

Esta relación con el CFCT es lo que ha hecho pensar en su posible función estabilizadora de la articulación radioulnar distal. *-Moritomo 2013 (26)-*

En cuanto a su inserción ulnar, la banda se originó a 46,18 mm (35,80-60,90 mm) de la cabeza de la ulna. Kitamura y cols. -*Kitamura 2011 (27)*- localizan la inserción a 52 mm (50-57 mm), en el 21% de la diáfisis ulnar, mientras que Noda y cols. -*Noda 2009 (25)*- lo hacen más distalmente que el anterior, en el 15%.

Los valores observados en nuestro estudio son menores a lo publicado, puesto que se realizó la medición desde la cabeza de la ulna hasta el inicio de la banda, mientras que los otros autores -*Noda 2009 (25)* y *Kitamura 2011 (27)*- lo realizan hasta el punto medio de ésta. Por tanto, realmente las mediciones son similares.

El grosor medio obtenido de la banda oblicua distal ha sido de 1,05 mm, similar al observado por Kitamura y cols. -*Kitamura 2011 (27)*- (1,10 mm), Noda y cols. -*Noda 2009(25)*- (1,50 +/- 5mm) y Okada y cols. -*Okada 2014 (99)*- (0,09 mm).

El ancho de la BOD ha sido 14,33 mm, en el trabajo de Kitamura y cols. -*Kitamura 2011 (27)*- 5,10 mm y 4,40 mm en el de Noda y cols. -*Noda 2009 (25)*- Posiblemente la diferencia pueda deberse a que nosotros hemos observado mayor número de bandas ocupando todo el espacio entre radio y ulna.

El resto de resultados obtenidos como son el tamaño de los pedículos ulnar (20,39 mm), radial (16,01 mm) y la longitud (28,61 mm) de la BOD, no pueden compararse con los estudios publicados, puesto que no han sido medidos por otros autores.

5.2 JUSTIFICACIÓN ANATÓMICA DE LA TÉCNICA ELEGIDA

Basándonos en el trabajo de Riggerbach y cols. *-Riggerbach 2013 (97)-* se ha descrito la reconstrucción de la BOD de forma mínimamente invasiva realizando un abordaje mínimo en todos los especímenes y utilizando el sistema SLAM (Arthrex, Naples, FL, USA), descrito para la reconstrucción del ligamento escafolunar. *-Lee 2014 (104)-*

La plastia que se ha decidido utilizar ha sido 1/3 del flexor radial del carpo, utilizado frecuentemente en cirugías que necesitan un injerto tendinoso. *-Corella 2011 (105) García Elías 2006 (106)-*

En un estudio "in vitro" *-Werner 2010 (107)-* se ha estudiado como influye la sección del flexor radial del carpo en la fuerza de la muñeca durante los distintos movimientos de la muñeca. Los autores concluyen que en los pacientes en los que se secciona este tendón se disminuye la fuerza de la muñeca en todos los movimientos, pero que el movimiento menos afectado es el del "lanzador de dardos". Es decir, es el tendón con menos acción en el movimiento más fisiológico e importante de la muñeca. Por eso creemos que es el más adecuado para usar como plastia, pero siempre siendo cuidadoso en su extracción y preservando la integridad del resto del tendón para que continúe ejerciendo su función mecánica.

Por otro lado, es necesario un tendón lo suficientemente largo para introducirlo doble en el radio y la ulna, y otro tendón utilizado frecuentemente para la realización de plastias como es el palmar largo, en ocasiones no tiene la longitud adecuada.

Riggerbach y cols. *-Riggerbach 2013 (97)-* realizan los túneles en el radio y en la ulna basándose en los resultados de estudios anatómicos previos de Noda y cols. *-Noda*

2009 (25)- y Kitamura y cols. -Kitamura 2011 (27)-, a 2-3 mm de la escotadura sigmoidea y aproximadamente en 1/6 de la diáfisis ulnar.

En nuestro trabajo, se realizaron las tunelizaciones bajo control radioscópico basándonos en la medición media de 15 BOD observadas de entre 30 especímenes, a 46 mm de la cabeza de la ulna y en el borde inferior de la escotadura sigmoidea.

Tras la disección de los especímenes, las mediciones medias exactas con calibrador fueron 40,74 mm y 5,81 mm.

Respecto a su inserción en la escotadura, los valores medios encontrados (5,81 mm) fueron considerablemente mayores que los ya publicados (2-3 mm).

La diferencia puede deberse al punto desde donde se realizó la medición desde la escotadura, en nuestro caso desde la parte superior del reborde inferior de esta última. Considerando que el tamaño medio del reborde en los especímenes fue 2,98 mm, los resultados son similares.

En cuanto a su inserción en la ulna, la plastia se situó más cerca de la cabeza ulnar (40,74 mm) comparándola con el estudio anatómico previo (46,18 mm), debido a que al realizar un túnel oblicuo en la ulna y dirigimos exactamente bajo la escotadura sigmoidea, nos desplazamos discretamente a distal.

A pesar de esto, se observó que el túnel realizado de ésta forma, queda más alejado de la arteria interósea anterior y su rama dorsal, por lo que disminuye el riesgo de su lesión. Además, la medida obtenida (40,74 mm) a pesar de ser menor a la media del estudio anatómico previo (46,18 mm), se encontró dentro del rango de los valores encontrados (35,80-60,93 mm).

El grosor del injerto medido ha sido considerablemente mayor, alrededor de tres veces el tamaño de la BOD, ya que el primero es introducido doble.

Consideramos que la colocación de la plastia, una vez realizadas las disecciones, se asemeja a la localización de la banda, en comparación con en los trabajos de Noda y cols. *-Noda 2009 (25)-* y Kitamura y cols. *-Kitamura 2011 (27)-* , por lo que es un buen punto de partida para tomar en cuenta esta técnica novel, aunque sean necesarios estudios biomecánicos que demuestren que realmente puede estabilizar la articulación radioulnar distal tal y como lo hacen los procedimientos utilizados hoy en día. *-Adams 2002 (89)-*

5.3 VENTAJAS Y RIESGOS DE LA TÉCNICA PROPUESTA

5.3.1 VENTAJAS

5.3.1.1 MÍNIMA LESIÓN DE PARTES BLANDAS

El abordaje clásico de la articulación radioulnar distal se realiza entre el 5º y 6º compartimento extensor, con una incisión de 4-5 cm. Requiere la apertura del 5º compartimento y la realización de una apertura capsular en L. *-Bickel 2014 (108)-*

Abordajes amplios aumentan el riesgo de formación de tejido cicatricial y de disminución de la movilidad de la muñeca postoperatoria, además de aumentar la posibilidad de lesión de los tendones extensores y de un cierre capsular incorrecto.

Para evitar esto se ha descrito la reconstrucción de la BOD a través de un abordaje lateral sobre la diáfisis ulnar, siendo el tamaño medio de éste de 2,10 cm, por lo que la

lesión de partes blandas es mínima sin necesidad de apertura del retináculo extensor ni de realizar una capsulotomía.

5.3.1.2 MENOR TIEMPO QUIRÚRGICO

Al realizar la técnica propuesta con una mínima incisión y bajo control radioscópico, realizada de manera correcta, su ejecución es relativamente rápida y sencilla, por lo que aunque no se ha comparado su realización con las reconstrucciones abiertas parece que podría acortar el tiempo quirúrgico con el beneficio de menor duración de la isquemia preventiva del miembro.

5.3.1.3 RESPETANDO ESTRUCTURAS NEUROVASCULARES DE RIESGO

Tras la disecciones de los especímenes una vez realizada la técnica quirúrgica propuesta, se ha observado la integridad de las estructuras neurovasculares más próximas. (*Figura 65*)

El nervio ulnar y la rama sensitiva de éste se encuentran alejados de la incisión y por tanto del lugar de la primera tunelización, sin haberse lesionado en ninguno de los casos.

La arteria interósea anterior y su rama dorsal, a pesar de ser las estructuras con mayor riesgo de lesión debido a su cercanía a la salida del túnel ulnar, tampoco se han encontrado lesionadas en ninguna de las disecciones, al igual que el nervio interóseo posterior, responsable de la propiocepción, por lo que se conserva el sistema sensorialmotor.

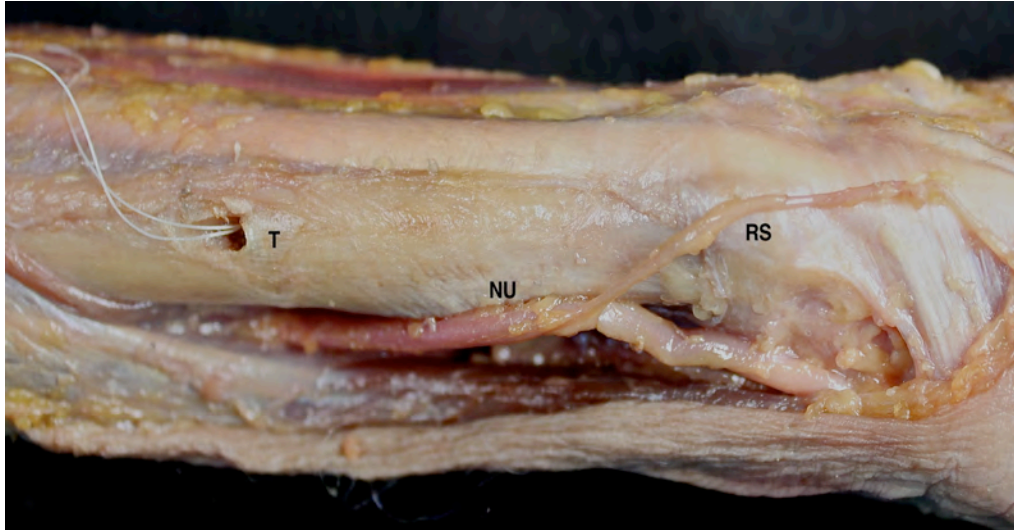


Figura 65. Visión lateral de un antebrazo. Relación entre el nervio ulnar (NU) y su rama sensitiva (RS) con el túnel ulnar (T), lugar de inserción de la plastia.

5.3.2 RIESGOS

Aunque se ha observado que es una técnica reproducible y segura, ya que se realiza con una mínima agresión de partes blandas sin lesión de estructuras neurovasculares próximas, debe tenerse precaución a la hora de realizar algunos pasos:

- No perforar la articulación radiocarpiana con la aguja de Kirschner o con la broca, a la hora de la realización del túnel en el radio, para evitar lesiones iatrogénicas cartilaginosas.
- Introducir el implante metálico hasta el punto final del brocado, para que quede totalmente anclado en el hueso y evitar que al traccionar de la plastia para darle tensión a ésta se pierda la fijación.
- Realizar las tunelizaciones siguiendo la línea marcada en la piel, como se ha explicado en el apartado de método, y con la aguja paralela al plano de la mesa, para evitar errores en la colocación de la plastia.

5.4 POSIBLES INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TÉCNICA PROPUESTA

5.4.1 INDICACIONES

- 1) Ante un tipo 4 de la clasificación de Aztei, cuando el CFCT presenta una rotura masiva o bordes friables siendo éste irreparable.
- 2) Como tratamiento coadyuvante, ante un tipo 2-3 de la clasificación de Atzei, cuando la reinserción foveal en inestabilidades agudas no proporcione la estabilidad deseada.
- 3) Como tratamiento coadyuvante en reinserciones foveales subagudas, debido a los resultados obtenidos inciertos. La reparación de la banda oblicua distal, estabilizador secundario de la articulación, asociada a la reinserción en la fóvea del CFCT, estabilizador primario, podría mejorar la estabilidad articular.
- 4) Ante una inestabilidad radioulnar distal crónica, tras un año al menos de la lesión inicial, en lugar de proceder a la reconstrucción de los ligamentos radioulnares distales. En aquellos casos en los que la inestabilidad se asocie a una impactación ulnocarpiana, debe realizarse una osteotomía de acortamiento ulnar previa para que la reconstrucción ligamentosa sea exitosa.

-Kakar 2010 (73)-

5.4.2 CONTRAINDICACIONES

- 1) No deben realizarse reconstrucciones ligamentosas cuando existan cambios degenerativos en la articulación. En estos casos, los procedimientos de

salvamento como Saue Kapandji o Darrach serían los indicados. -*Kakar 2010*

(73)-

- 2) Procesos infecciosos activos o cualquier afectación sistémica que contraindique la cirugía.

6 CONCLUSIONES

- 1 La banda oblicua se ha observado en el 50% de los especímenes en cuatro disposiciones diferentes, denominándose tipos: I-II-III-IV.

- 2 Es posible realizar una técnica sencilla, que podemos considerar mínimamente invasiva, para la reconstrucción de la banda oblicua mediante una ligamentoplastia autóloga.

- 3 La técnica propuesta cumple con todos los parámetros de seguridad, puesto que no se ha producido ninguna lesión iatrogénica, respetando las estructuras neurovasculares y tendinosas cercanas. Del mismo modo, cumple con los objetivos de reconstrucción deseados, ya que en todos los especímenes la plastia quedaba situada, tanto en su inserción como en su origen, de modo similar a como lo hace la banda oblicua distal.

7 BIBLIOGRAFÍA

1. Thomas BP, Sreekanth R. Distal radioulnar joint injuries. Indian journal of orthopaedics. 2012;46(5):493-504.
2. 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. Journal of hand surgery. 1996;21(5):587-94.
3. Adams B. Inestabilidad de la articulación radiocubital distal. Green's Cirugía de la mano. 1. Madrid: Marban Libros; 2007. p. 605-9.
4. Houdek MT, Wagner ER, Moran SL, Berger RA. Disorders of the distal radioulnar joint. Plastic and reconstructive surgery. 2015;135(1):161-72.
5. Szabo RM. Distal radioulnar joint instability. The Journal of bone and joint surgery American volume. 2006;88(4):884-94.
6. Palmer AK. Triangular fibrocartilage complex lesions: a classification. The Journal of hand surgery. 1989;14(4):594-606.
7. Benjamin M, Evans EJ, Pemberton DJ. Histological studies on the triangular fibrocartilage complex of the wrist. Journal of anatomy. 1990;172:59-67.
8. Taleisnik J, Gelberman RH, Miller BW, Szabo RM. The extensor retinaculum of the wrist. The Journal of hand surgery. 1984;9(4):495-501.
9. Martínez F, García J, García A. Fibrocartílago triangular del carpo. Anatomía, biomecánica y diagnóstico. Alemania: Académica Española; 2012. 9-31 p.
10. Chidgey LK, Dell PC, Bittar ES, Spanier SS. Histologic anatomy of the triangular fibrocartilage. The Journal of hand surgery. 1991;16(6):1084-100.
11. Mikic ZD. Detailed anatomy of the articular disc of the distal radioulnar joint. Clinical orthopaedics and related research. 1989(245):123-32.
12. Wijffels M, Brink P, Schipper I. Clinical and non-clinical aspects of distal radioulnar joint instability. The open orthopaedics journal. 2012;6:204-10.
13. Nakamura T, Yabe Y. Histological anatomy of the triangular fibrocartilage complex of the human wrist. Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft. 2000;182(6):567-72.
14. Buck FM, Gheno R, Nico MA, Haghighi P, Trudell DJ, Resnick D. Ulnomeniscal homologue of the wrist: correlation of anatomic and MR imaging findings. Radiology. 2009;253(3):771-9.

15. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. *The Journal of hand surgery.* 1976;1(2):110-8.
16. Ishii S, Palmer AK, Werner FW, Short WH, Fortino MD. An anatomic study of the ligamentous structure of the triangular fibrocartilage complex. *The Journal of hand surgery.* 1998;23(6):977-85.
17. Kleinman WB, Graham TJ. The distal radioulnar joint capsule: clinical anatomy and role in posttraumatic limitation of forearm rotation. *The Journal of hand surgery.* 1998;23(4):588-99.
18. Carrera A, Forcada P, Garcia-Elias M, LLusá M. Atlas de disección anatómicoquirúrgica de la muñeca y de la mano. Barcelona: Elsevier Masson; 2007.
19. Cavalcante ML, Rodrigues CJ, Mattar R, Jr. Mechanoreceptors and nerve endings of the triangular fibrocartilage in the human wrist. *The Journal of hand surgery.* 2004;29(3):432-5; discussion 6-8.
20. Ohmori M, Azuma H. Morphology and distribution of nerve endings in the human triangular fibrocartilage complex. *Journal of hand surgery.* 1998;23(4):522-5.
21. Hagert E. Proprioception of the wrist joint: a review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists.* 2010;23(1):2-16; quiz 7.
22. Hagert E, Hagert CG. Understanding stability of the distal radioulnar joint through an understanding of its anatomy. *Hand clinics.* 2010;26(4):459-66.
23. Skahen JR, 3rd, Palmer AK, Werner FW, Fortino MD. The interosseous membrane of the forearm: anatomy and function. *The Journal of hand surgery.* 1997;22(6):981-5.
24. Loeffler BJ, Green JB, Zelouf DS. Forearm instability. *The Journal of hand surgery.* 2014;39(1):156-67.
25. Noda K, Goto A, Murase T, Sugamoto K, Yoshikawa H, Moritomo H. Interosseous membrane of the forearm: an anatomical study of ligament attachment locations. *The Journal of hand surgery.* 2009;34(3):415-22.
26. Moritomo H. The distal oblique bundle of the distal interosseous membrane of the forearm. *Journal of wrist surgery.* 2013;2(1):93-4.
27. Kitamura T, Moritomo H, Arimitsu S, Berglund LJ, Zhao KD, An KN, et al. The biomechanical effect of the distal interosseous membrane on distal radioulnar joint

stability: a preliminary anatomic study. *The Journal of hand surgery*. 2011;36(10):1626-30.

28. Moritomo H. The distal interosseous membrane: current concepts in wrist anatomy and biomechanics. *The Journal of hand surgery*. 2012;37(7):1501-7.

29. Page R, Chang J. Reconstruction of hand soft-tissue defects: alternatives to the radial forearm fasciocutaneous flap. *The Journal of hand surgery*. 2006;31(5):847-56.

30. Pirela-Cruz MA, Goll SR, Klug M, Windler D. Stress computed tomography analysis of the distal radioulnar joint: a diagnostic tool for determining translational motion. *The Journal of hand surgery*. 1991;16(1):75-82.

31. Schuind F, An KN, Berglund L, Rey R, Cooney WP, 3rd, Linscheid RL, et al. The distal radioulnar ligaments: a biomechanical study. *The Journal of hand surgery*. 1991;16(6):1106-14.

32. 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. *The Journal of hand surgery*. 2000;25(2):341-51.

33. af Ekenstam F. Anatomy of the distal radioulnar joint. *Clinical orthopaedics and related research*. 1992(275):14-8.

34. Xu J, Tang JB. In vivo changes in lengths of the ligaments stabilizing the distal radioulnar joint. *The Journal of hand surgery*. 2009;34(1):40-5.

35. 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):208-13.

36. Spinner M, Kaplan EB. Extensor carpi ulnaris. Its relationship to the stability of the distal radio-ulnar joint. *Clinical orthopaedics and related research*. 1970;68:124-9.

37. Moritomo H, Noda K, Goto A, Murase T, Yoshikawa H, Sugamoto K. Interosseous membrane of the forearm: length change of ligaments during forearm rotation. *The Journal of hand surgery*. 2009;34(4):685-91.

38. 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):2022-30.

39. Jupiter JB. Commentary: the effect of ulnar styloid fractures on patient-rated outcomes after volar locking plating of distal radius fractures. *The Journal of hand surgery*. 2009;34(9):1603-4.
40. Mulford JS, Axelrod TS. Traumatic injuries of the distal radioulnar joint. *Hand clinics*. 2010;26(1):155-63.
41. Schnependahl J, Windolf J, Kaufmann RA. Distal radius fractures: current concepts. *The Journal of hand surgery*. 2012;37(8):1718-25.
42. Fujitani R, Omokawa S, Akahane M, Iida A, Ono H, Tanaka Y. Predictors of distal radioulnar joint instability in distal radius fractures. *The Journal of hand surgery*. 2011;36(12):1919-25.
43. Lindau T, Adlercreutz C, Aspenberg P. Peripheral tears of the triangular fibrocartilage complex cause distal radioulnar joint instability after distal radial fractures. *The Journal of hand surgery*. 2000;25(3):464-8.
44. 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):281-90.
45. Geissler WB. Arthroscopic knotless peripheral ulnar-sided TFCC repair. *Hand clinics*. 2011;27(3):273-9.
46. Chen NC, Jupiter JB. Management of distal radial fractures. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2007;89(9):2051-62.
47. Trehan SK, Orbay JL, Wolfe SW. Coronal Shift of Distal Radius Fractures: Influence of the Distal Interosseous Membrane on Distal Radioulnar Joint Instability. *The Journal of hand surgery*. 2015;40(1):159-62.
48. Orbay JL. Ulnar head and styloid fractures. D. S, editor. Philadelphia, PA.: Saunders; 2010.
49. Dy CJ, Jang E, Taylor SA, Meyers KN, Wolfe SW. The impact of coronal alignment on distal radioulnar joint stability following distal radius fracture. *The Journal of hand surgery*. 2014;39(7):1264-72.
50. 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):22-9.

51. Kwon BC, Seo BK, Im HJ, Baek GH. Clinical and radiographic factors associated with distal radioulnar joint instability in distal radius fractures. *Clinical orthopaedics and related research*. 2012;470(11):3171-9.
52. Geissler WB, Fernandez DL, Lamey DM. Distal radioulnar joint injuries associated with fractures of the distal radius. *Clinical orthopaedics and related research*. 1996(327):135-46.
53. Richards TA, Deal DN. Distal ulna fractures. *The Journal of hand surgery*. 2014;39(2):385-91.
54. Mrkonjic A, Geijer M, Lindau T, Tagil M. The natural course of traumatic triangular fibrocartilage complex tears in distal radial fractures: a 13-15 year follow-up of arthroscopically diagnosed but untreated injuries. *The Journal of hand surgery*. 2012;37(8):1555-60.
55. Sammer DM, Chung KC. Management of the distal radioulnar joint and ulnar styloid fracture. *Hand clinics*. 2012;28(2):199-206.
56. 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):830-8.
57. May MM, Lawton JN, Blazar PE. Ulnar styloid fractures associated with distal radius fractures: incidence and implications for distal radioulnar joint instability. *The Journal of hand surgery*. 2002;27(6):965-71.
58. Wysocki RW, Ruch DS. Ulnar styloid fracture with distal radius fracture. *The Journal of hand surgery*. 2012;37(3):568-9.
59. Buijze GA, Ring D. Clinical impact of United versus nonunited fractures of the proximal half of the ulnar styloid following volar plate fixation of the distal radius. *The Journal of hand surgery*. 2010;35(2):223-7.
60. Stoffelen D, De Smet L, Broos P. The importance of the distal radioulnar joint in distal radial fractures. *Journal of hand surgery*. 1998;23(4):507-11.
61. Oskarsson GV, Aaser P, Hjalil A. Do we underestimate the predictive value of the ulnar styloid affection in Colles fractures? *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 1997;116(6-7):341-4.
62. Richards RS, Bennett JD, Roth JH, Milne K, Jr. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *The Journal of hand surgery*. 1997;22(5):772-6.

63. Protopsaltis TS, Ruch DS. Triangular fibrocartilage complex tears associated with symptomatic ulnar styloid nonunions. *The Journal of hand surgery.* 2010;35(8):1251-5.
64. Mikic ZD. Treatment of acute injuries of the triangular fibrocartilage complex associated with distal radioulnar joint instability. *The Journal of hand surgery.* 1995;20(2):319-23.
65. Sebastin SJ, Chung KC. A historical report on Riccardo Galeazzi and the management of Galeazzi fractures. *The Journal of hand surgery.* 2010;35(11):1870-7.
66. Adams JE, Osterman MN, Osterman AL. Interosseous membrane reconstruction for forearm longitudinal instability. *Techniques in hand & upper extremity surgery.* 2010;14(4):222-5.
67. McGlenn EP, Sebastin SJ, Chung KC. A historical perspective on the Essex-Lopresti injury. *The Journal of hand surgery.* 2013;38(8):1599-606.
68. Bruckner JD, Alexander AH, Lichtman DM. Acute dislocations of the distal radioulnar joint. *Instructional course lectures.* 1996;45:27-36.
69. Hagert CG. The distal radioulnar joint. *Hand clinics.* 1987;3(1):41-50.
70. Park MJ, Pappas N, Steinberg DR, Bozentka DJ. Immobilization in supination versus neutral following surgical treatment of Galeazzi fracture-dislocations in adults: case series. *The Journal of hand surgery.* 2012;37(3):528-31.
71. Glowacki KA, Shin LA. Stabilization of the unstable distal ulna: the Linscheid-Hui procedure. *Techniques in hand & upper extremity surgery.* 1999;3(4):229-36.
72. Millard GM, Budoff JE, Paravic V, Noble PC. Functional bracing for distal radioulnar joint instability. *The Journal of hand surgery.* 2002;27(6):972-7.
73. Kakar S, Carlsen BT, Moran SL, Berger RA. The management of chronic distal radioulnar instability. *Hand clinics.* 2010;26(4):517-28.
74. Nishiwaki M, Nakamura T, Nakao Y, Nagura T, Toyama Y. Ulnar shortening effect on distal radioulnar joint stability: a biomechanical study. *The Journal of hand surgery.* 2005;30(4):719-26.
75. Minami A, Kato H. Ulnar shortening for triangular fibrocartilage complex tears associated with ulnar positive variance. *The Journal of hand surgery.* 1998;23(5):904-8.

76. Gaebler C, McQueen MM. Ulnar procedures for post-traumatic disorders of the distal radioulnar joint. *Injury*. 2003;34(1):47-59.
77. Papapetropoulos PA, Wartinbee DA, Richard MJ, Leversedge FJ, Ruch DS. Management of peripheral triangular fibrocartilage complex tears in the ulnar positive patient: arthroscopic repair versus ulnar shortening osteotomy. *The Journal of hand surgery*. 2010;35(10):1607-13.
78. Wallwork NA, Bain GI. Sigmoid notch osteoplasty for chronic volar instability of the distal radioulnar joint: a case report. *The Journal of hand surgery*. 2001;26(3):454-9.
79. Dy CJ, Ouellette EA, Makowski AL. Extensor retinaculum capsulorrhaphy for ulnocarpal and distal radioulnar instability: the Herbert sling. *Techniques in hand & upper extremity surgery*. 2009;13(1):19-22.
80. Fulkerson JP, Watson HK. Congenital anterior subluxation of the distal ulna. A case report. *Clinical orthopaedics and related research*. 1978(131):179-82.
81. Hui FC, Linscheid RL. Ulnotriquetral augmentation tenodesis: a reconstructive procedure for dorsal subluxation of the distal radioulnar joint. *The Journal of hand surgery*. 1982;7(3):230-6.
82. Tsai TM, Shimizu H, Adkins P. A modified extensor carpi ulnaris tenodesis with the Darrach procedure. *The Journal of hand surgery*. 1993;18(4):697-702.
83. Breen TF, Jupiter JB. Extensor carpi ulnaris and flexor carpi ulnaris tenodesis of the unstable distal ulna. *The Journal of hand surgery*. 1989;14(4):612-7.
84. Gofton WT, Gordon KD, Dunning CE, Johnson JA, King GJ. Soft-tissue stabilizers of the distal radioulnar joint: an in vitro kinematic study. *The Journal of hand surgery*. 2004;29(3):423-31.
85. Stanley D, Herbert TJ. The Swanson ulnar head prosthesis for post-traumatic disorders of the distal radio-ulnar joint. *Journal of hand surgery*. 1992;17(6):682-8.
86. Purisa H, Sezer I, Kabakas F, Tuncer S, Erturer E, Yazar M. Ligament reconstruction using the Fulkerson-Watson method to treat chronic isolated distal radioulnar joint instability: short-term results. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2011;45(3):168-74.
87. Santhamoorthy T. Functional outcome following reconstruction for chronic isolated dorsal distal radioulnar joint instability by Fulkerson-Watson Method. A prospective study. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*. 2014;3(49):11726-35.

88. Lundborg G, Rank F. Experimental intrinsic healing of flexor tendons based upon synovial fluid nutrition. *The Journal of hand surgery*. 1978;3(1):21-31.
89. Adams BD, Berger RA. An anatomic reconstruction of the distal radioulnar ligaments for posttraumatic distal radioulnar joint instability. *The Journal of hand surgery*. 2002;27(2):243-51.
90. Scheker LR, Belliappa PP, Acosta R, German DS. Reconstruction of the dorsal ligament of the triangular fibrocartilage complex. *Journal of hand surgery*. 1994;19(3):310-8.
91. Scheker LR, Ozer K. Ligamentous stabilization of the distal radioulnar joint. *Techniques in hand & upper extremity surgery*. 2004;8(4):239-46.
92. Luna Hernández JA. Reconstrucción del ligamento radio-cubital distal mediante la plástia de Scheker. *Rev Mex Ortop Traum*. 2001;15(3):116-20.
93. Teoh LC, Yam AK. Anatomic reconstruction of the distal radioulnar ligaments: long-term results. *Journal of hand surgery*. 2005;30(2):185-93.
94. Jang E, Dy CJ, Wolfe SW. Selection of tendon grafts for distal radioulnar ligament reconstruction and report of a modified technique. *The Journal of hand surgery*. 2014;39(10):2027-32.
95. Aztei A. New trends in arthroscopic management of the type 1-B TFCC injuries with DRUJ instability. *The Journal of hand surgery*. 2009;34E(5):582-91.
96. 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.
97. Rigenbach MD, Conrad BP, Wright TW, Dell PC. Distal oblique bundle reconstruction and distal radioulnar joint instability. *Journal of wrist surgery*. 2013;2(4):330-6.
98. White KL, Camire LM, Parks BG, Corey WS, Hinton RY. Krackow locking stitch versus locking premanufactured loop stitch for soft-tissue fixation: a biomechanical study. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2010;26(12):1662-6.
99. Okada K, Moritomo H, Miyake J, Kataoka T, Tanaka H, Murase T, et al. Morphological evaluation of the distal interosseous membrane using ultrasound. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology : orthopedie traumatologie*. 2014;24(7):1095-100.

100. Atzei A, Rizzo A, Luchetti R, Fairplay T. Arthroscopic foveal repair of triangular fibrocartilage complex peripheral lesion with distal radioulnar joint instability. *Techniques in hand & upper extremity surgery*. 2008;12(4):226-35.
101. Atzei A, Luchetti R. Foveal TFCC tear classification and treatment. *Hand clinics*. 2011;27(3):263-72.
102. Garcia-Elias M, Hagert E. Surgical approaches to the distal radioulnar joint. *Hand clinics*. 2010;26(4):477-83.
103. Tse WL, Lau SW, Wong WY, Cheng HS, Chow CS, Ho PC, et al. Arthroscopic reconstruction of triangular fibrocartilage complex (TFCC) with tendon graft for chronic DRUJ instability. *Injury*. 2013;44(3):386-90.
104. Lee SK, Zlotolow DA, Sapienza A, Karia R, Yao J. Biomechanical comparison of 3 methods of scapholunate ligament reconstruction. *The Journal of hand surgery*. 2014;39(4):643-50.
105. Corella F, Del Cerro M, Larrainzar-Garijo R, Vazquez T. Arthroscopic ligamentoplasty (bone-tendon-tenodesis). A new surgical technique for scapholunate instability: preliminary cadaver study. *The Journal of hand surgery, European volume*. 2011;36(8):682-9.
106. Garcia-Elias M, Lluch AL, Stanley JK. Three-ligament tenodesis for the treatment of scapholunate dissociation: indications and surgical technique. *The Journal of hand surgery*. 2006;31(1):125-34.
107. Werner FW, Short WH, Palmer AK, Sutton LG. Wrist tendon forces during various dynamic wrist motions. *The Journal of hand surgery*. 2010;35(4):628-32.
108. Bickel KD. Exposures of the wrist and distal radioulnar joint. *Hand clinics*. 2014;30(4):435-44.