

ORIGINAL

Descripción anatómica de la membrana interósea del antebrazo: estudio en cadáveres[☆]

Francisco José Camacho García^{a,*}, Carolina Ramírez Martínez^b, Fabián Gómez^b y Gabriel Oswaldo Alonso Cuéllar^c

^aMédico ortopedista, cirujano de mano. Director de Investigación, Patentes y Desarrollo, Fundación Centro Latinoamericano de Investigación y Entrenamiento en Cirugía de Mínima Invasión, Bogotá, Colombia

^bMédico, residente de Ortopedia, Fundación Universitaria Sanitas, Bogotá, Colombia

^cMédico veterinario zootecnista. Coordinador de Formación e Investigación, Fundación Centro Latinoamericano de Investigación y Entrenamiento en Cirugía de Mínima Invasión, Bogotá, Colombia

Recibido el 11 de febrero de 2013; aceptado el 23 de mayo de 2013

PALABRAS CLAVE

Antebrazo;
Ligamentos;
Articulación
de la muñeca;
Anatomía;
Procedimientos
quirúrgicos
reconstructivos;
Cadáver

Nivel de evidencia: IV

Resumen

Introducción: Se ha propuesto la reconstrucción anatómica de la membrana interósea (MIO) en lesiones de Essex-Lopresti con el fin de restaurar la biomecánica del eje axial del antebrazo. El propósito del estudio fue definir y realizar mediciones de las estructuras que componen la MIO, para obtener parámetros morfológicos normales que ayuden a realizar una reconstrucción quirúrgica anatómica de la misma.

Materiales y métodos: Se realizó la disección anatómica de 10 antebrazos de cadáveres humanos frescos retirando la totalidad de tejidos blandos hasta revelar la MIO. Se registró la presencia o ausencia de estructuras de la MIO, al igual que la longitud y angulación de las estructuras relacionadas con la misma.

Resultados: La MIO consiste en una banda central, una banda interósea proximal y una porción membranosa; estas estructuras, junto con las bandas accesorias, estuvieron presentes en los 10 especímenes. La banda central tuvo un promedio de longitud en sus partes proximal y distal de 3,3 cm (desviación estándar 0,589) y 5,5 cm (desviación estándar 1,580), respectivamente, y una angulación de sus fibras de 20,4°.

Discusión: La MIO es fundamental para la transferencia de las fuerzas de compresión del antebrazo. Los resultados son comparables con los reportados en otros estudios. Esta investigación aporta información útil sobre la morfología normal de la MIO, que le permite al cirujano realizar una reconstrucción más anatómica.

© 2012 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

[☆] Este trabajo lo realizó el grupo de investigación de la Fundación Centro Latinoamericano de Investigación y Entrenamiento en Cirugía de Mínima Invasión.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: investigacion@clemi.edu.co (F.J. Camacho García).

KEYWORDS

Forearm;
Ligaments;
Wrist joint;
Anatomy;
Reconstructive
surgical procedures;
Cadaver

Evidence level: IV

Anatomical description of forearm interosseous membrane: A cadaveric study**Abstract**

Introduction: The Essex-Lopresti injury is characterized by proximal migration of the radius and disruption of the interosseous membrane. The treatments described for this injury consist of open reduction and internal fixation with osteosynthesis, or replacement of the radius dome plus fixation of distal radioulnar joint. An anatomical reconstruction of the interosseous membrane has been proposed to restore the biomechanical axis of the forearm. The purpose of this study was to define and make measurements of structures comprising the interosseous membrane to obtain anatomical parameters that might help the surgeon to perform a more anatomical surgical reconstruction of this structure.

Materials and methods: An anatomical dissection was performed on 10 fresh human cadaveric forearms, removing all soft tissue to reveal the interosseous membrane. The presence or absence of interosseous structures was recorded, as well as the length and angulation of their related structures.

Results: The interosseous membrane consists of a central band, an interosseous proximal band, and a membranous portion; these structures, along with accessory bands were present in all 10 specimens. The central band had an average length in its proximal and distal aspects of 3.3 cm (SD 0.589) and 5.5 cm (SD 1.580), respectively; and an angle of 20.4 degrees of the fibers.

Discussion: The interosseous membrane is essential for the transfer of compressive forces in the arm. The results are comparable to those reported in other studies. This study provides information about the normal morphology of the interosseous membrane in order to surgically achieve an anatomical reconstruction of it, as well as allowing the surgeon to take into account its different structures.

© 2012 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Con el reciente interés en la anatomía funcional de la membrana interósea (MIO), se ha reportado su importancia en la estabilidad del antebrazo y de la articulación radiocubital distal^{1,2}. En la actualidad, se sabe que la membrana, por su estructura elástica, mantiene el espacio y transfiere las fuerzas entre el radio y el cúbito en la rotación del antebrazo³⁻⁵.

Una de las condiciones que más ha recibido atención es la relación entre la fractura de la cabeza radial, la inestabilidad longitudinal del antebrazo por lesión compleja del fibrocartílago triangular y la ruptura de la MIO, conocida como lesión de Essex-Lopresti^{6,7}. Para el tratamiento de esta lesión, existen diferentes técnicas quirúrgicas como la reducción abierta y fijación interna con osteosíntesis o el reemplazo de la cúpula del radio más fijación de la articulación radiocubital distal con pines, ambas técnicas con resultados controversiales y alta morbilidad⁸.

Las complicaciones de la estabilización quirúrgica de la articulación han sido relacionadas con la no reconstrucción, o reconstrucción no anatómica, de la MIO. Una reconstrucción anatómica de la MIO permite restaurar la biomecánica del eje axial del antebrazo y de esta manera sus funciones⁹.

El primer paso para el desarrollo de una técnica quirúrgica de reconstrucción funcional de la MIO es reconocer su anatomía y las diferentes estructuras que se relacionan con ella. El propósito de este estudio anatómico es identificar y medir las estructuras que conforman la MIO.

Materiales y métodos

Para identificar y medir las diferentes estructuras anatómicas que conforman la MIO, se realizó un estudio descriptivo morfológico en cadáveres, que fueron proporcionados por el Centro Latinoamericano de Investigación y Entrenamiento en Cirugía de Mínima Invasión, previa aprobación del estudio por el comité de ética institucional, cumpliendo así con las normas técnicas y administrativas para la investigación en salud, establecidas en la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia.

Se seleccionaron 10 antebrazos de cadáveres humanos frescos, que estuvieran libres de cualquier patología estructural evidente, como fractura —con o sin osteosíntesis—, deformidad o mutilación. A cada uno de los especímenes se le realizó la disección de tejidos blandos hasta permitir la observación macroscópica de la MIO (fig. 1).

Se midieron las siguientes variables anatómicas macroscópicas del antebrazo y de la MIO (fig. 2): longitud del radio y del cúbito, presencia de las bandas de la MIO (central y accesorias), longitud de la banda central (BC) en su parte proximal y distal, angulación de las fibras de la BC (A°), longitud de origen y de inserción de la BC en el punto más cercano al hueso respectivo, distancia desde la mitad de la BC hasta la cabeza cubital y hasta la apófisis estiloides del radio. Todas las medidas fueron realizadas mediante un goniómetro médico y una regla metálica graduada en milímetros, con el antebrazo en rotación neutral.

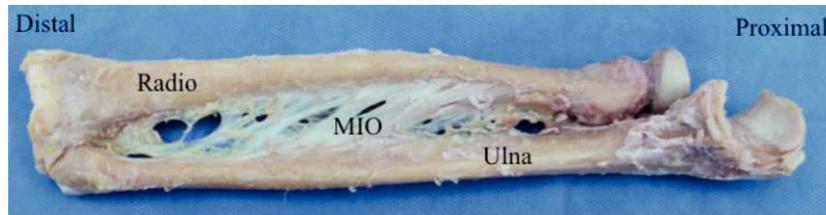


Figura 1 Diseción profunda del antebrazo mostrando la anatomía macroscópica de la membrana interósea.

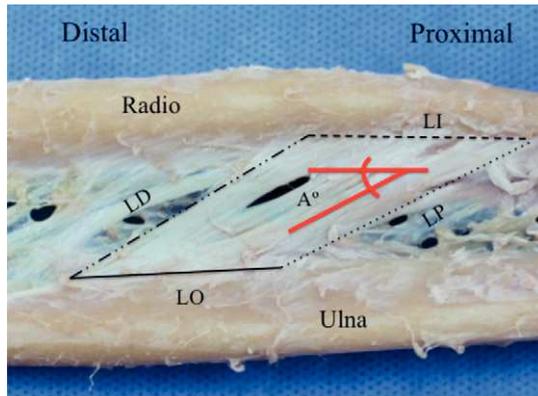


Figura 2 Detalle de la membrana interósea que muestra las mediciones realizadas en la banda central. Se midió el ángulo de las fibras (A°), la longitud de inserción, la longitud de origen, la longitud distal y la longitud proximal.

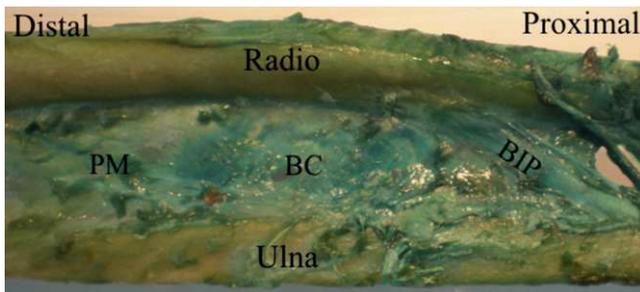


Figura 3 Estructuras de la membrana interósea. Se observa la porción membranosa, la banda central y la banda interósea proximal.

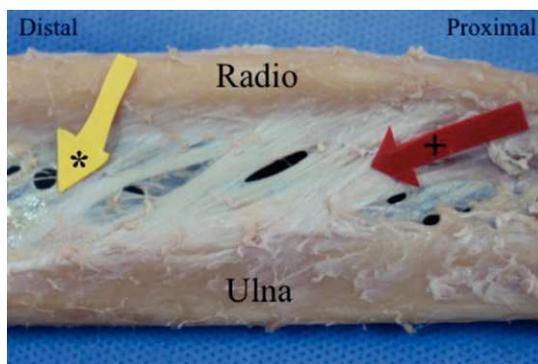


Figura 4 Estructuras de la membrana interósea. Se observa la banda central (flecha derecha +) y la banda accesoria (flecha izquierda *).

Las variables cuantitativas se analizaron con estadística descriptiva utilizando medias, desviaciones estándares (SD) y rangos. Todos los análisis estadísticos se hicieron en el programa SPSS 15.0 para Windows.

Resultados

Se disecaron 10 antebrazos de cadáveres humanos frescos. La longitud promedio del radio fue de 24,0 cm ($SD = 1,579$) y la del cúbito fue de 25,7 cm ($SD = 1,397$). La MIO está conformada por una BC, una banda interósea proximal y una porción membranosa (proximal y distal) (fig. 3). En los 10 especímenes evaluados estuvieron presentes todas estas estructuras. De igual forma, la totalidad de los especímenes presentaron bandas accesorias. Estas estuvieron distribuidas de la siguiente manera: 2 bandas en 8 especímenes, y 3 bandas en los 2 especímenes restantes (fig. 4).

Para la estructura más relevante de la MIO —la BC—, se encontró un promedio de longitud de 3,3 cm en su parte proximal ($SD = 0,589$), con un rango entre 2,0 y 4,0 cm. Su parte distal midió 5,5 cm ($SD = 1,580$) de promedio, con longitudes entre 4,0 y 9,0 cm. La angulación de sus fibras tuvo una media de 20,4°.

Los hallazgos estructurales de la BC con respecto al radio y el cúbito se determinaron en 2 relaciones para cada hueso. Para el cúbito, se midió la longitud de la inserción y la distancia desde la cabeza cubital hasta la mitad de la BC en el lado cubital. En el radio, se midió la longitud de origen y la distancia desde la apófisis estiloides del radio hasta la mitad de la BC por el lado radial (tabla 1).

Por último, con los valores obtenidos se determinaron los porcentajes de unión del origen de la BC en el radio —que fue de promedio de 17% con respecto a la longitud del hueso— y en el cúbito —que fue de 22%—.

Discusión

La MIO del antebrazo es un corpulento y complejo ligamento que une el radio y el cúbito. Su estructura y su biomecánica han sido estudiadas con gran interés en los últimos años. La MIO está compuesta estructuralmente por una BC, una banda interósea proximal y una porción membranosa. En la actualidad, se sabe que la MIO es fundamental para la transferencia de las fuerzas de compresión del antebrazo¹⁰⁻¹². Existen diferentes condiciones que pueden provocar, de manera aguda o crónica, una ruptura total o parcial de esta estructura¹³, lo que puede ocasionar una migración proximal del radio.

Este estudio brinda información acerca de las estructuras anatómicas de la MIO y acerca de las medidas de algunas

Tabla 1 Estadígrafos descriptivos de las estructuras de la membrana interósea con respecto al radio y al cúbito

Estadígrafo	Cúbito		Radio	
	LI	CC-BC	LO	ER-BC
Media (cm)	5,61	10,65	4,10	13
SD	1,483	1,717	1,663	1,599
Mínimo (cm)	4,0	8	2,0	10,5
Máximo (cm)	8,5	14	7,0	15,5
CV	0,26	0,16	0,41	0,12

CC-BC: distancia de la cabeza hasta a la mitad de la banda central; CV: coeficiente de variación; ER-BC: distancia desde la apófisis estiloides del radio hasta a la mitad de la banda central; LI: longitud de inserción en el cúbito; LO: longitud de origen en el radio; SD: desviación estándar.

variables de su estructura principal: la BC. Esta información permite tener parámetros objetivos para el planeamiento y correcto posicionamiento del injerto en la reconstrucción ligamentaria de la MIO.

Este estudio evidenció la presencia constante de las 3 estructuras principales de la MIO: banda central, banda interósea proximal y porción membranosa. Asimismo, se identificaron las bandas accesorias y se reportó la variabilidad en su número. También se evidenció la importancia estructural que tiene la BC que, al tener características de ligamento y tendón¹⁴, posee la capacidad de transferir carga del radio distal al cúbito proximal, además de prevenir, junto con la cabeza del radio y el fibrocartilago triangular, la migración proximal del radio.

La MIO y su BC han sido descritas en varios reportes anatómicos comparables a este estudio. Uno de los más importantes fue el realizado por Skahen et al., en el que se reportaron las características anatómicas de la MIO, a partir de la evaluación de 20 especímenes. Cabe destacar entre los hallazgos del estudio la angulación de las fibras de 21°, similar al ángulo de 20,4° encontrado en este estudio. También reportaron una longitud de origen de 3,4 cm, y una longitud de inserción de 4,2 cm, valores menores a los encontrados en la presente investigación, quizá debido a una mayor longitud de los huesos del antebrazo. Esto se puede suponer a partir de la semejanza de los resultados con el estudio de Chandler et al. —quienes encontraron unas longitudes de origen e inserción de 3,1 y 4,6 cm, respectivamente—. En cuanto a las bandas accesorias, al igual que en este estudio, encontraron la existencia de entre 1 y más de 4 bandas, dato cuya variabilidad es bien conocida. En cuanto a la banda proximal interósea, Skahen et al. la encontraron en 17 de los 20 especímenes estudiados, resultado similar al reportado por McGinley —18 de 21—, en contraste con el resultado del presente estudio, en el que se halló dicha estructura en todos los antebrazos.

Chandler et al. aplicaron una metodología diferente, que implicaba el uso de tomografía para las mediciones. Encontraron unos porcentajes de unión del ligamento a los huesos en su origen del 12% y en su inserción del 17%. Estos resultados, si bien menores y no comparables con los nuestros por el tipo de metodología, son similares a los encontrados bajo visión macroscópica en el presente estudio. Por otro

lado, las distancias desde la mitad de la BC hasta el borde distal, en el radio, y proximal, en el cúbito, reportadas en ese mismo estudio, fueron de 143 y 90 mm, datos también semejantes a los obtenidos en la presente investigación, al igual que la angulación de las fibras de la BC ($24^\circ \pm 4^\circ$).

En un estudio más reciente, realizado por Noda et al. en 2009, se examinaron los ligamentos de la MIO en 15 antebrazos. En este, los autores reportaron las estructuras anatómicas de la MIO como segmentos medio, distal y proximal. Encontraron una cobertura de la BC en su origen del 11% del total del radio, y 15% del total del cúbito, que si bien son menores a los encontrados en este estudio (17% para el radio y 22% para el cúbito) permiten establecer que la inserción de la BC es más amplia que su origen.

Entre las dificultades encontradas está el limitado número de especímenes evaluados. Sin embargo, los datos recopilados permiten tener una visión general de la anatomía de la MIO y generar nuevos interrogantes acerca de la posibilidad de realizar reconstrucciones anatómicas que permitan disminuir la morbilidad asociada con el tratamiento de su ruptura longitudinal.

Bibliografía

1. Wright TW. Interosseous membrane of the forearm. *J Am Soc Surg Hand.* 2001;1:123-34.
2. Skahen JR, Palmer AK, Werner FW, Fortino MD. The interosseous membrane of the forearm: anatomy and function. *J Hand Surg Am.* 1997;22:981-5.
3. McGinley JC, Kozin SH. Interosseous membrane anatomy and functional mechanics. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;108-22.
4. Adams JE, Osterman MN, Osterman AL. Interosseous membrane reconstruction for forearm longitudinal instability. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2010;14:222-5.
5. Kitamura T, Moritomo H, Arimitsu S, Berglund LJ, Zhao KD, An K-N, et al. The biomechanical effect of the distal interosseous membrane on distal radioulnar joint stability: a preliminary anatomic study. *J Hand Surg.* 2011;36:1626-30.
6. Essex-Lopresti P. Fractures of the radial head with distal radio-ulnar dislocation. *J Bone Joint Surg.* 1951;33B:244-7.
7. Adams JE, Culp RW, Osterman AL. Interosseous membrane reconstruction for the Essex-Lopresti injury. *J Hand Surg Am.* 2010;35:129-36.
8. Adams JE, Steinmann SP, Osterman AL. Management of injuries to the interosseous membrane. *Hand Clin.* 2010;26:543-8.
9. Marcotte AL, Osterman AL. Longitudinal radioulnar dissociation: identification and treatment of acute and chronic injuries. *Hand Clin.* 2007;23:195-208.
10. McGinley JC, Heller JE, Fertala A, Gaughan JP, Kozin SH. Biochemical composition and histologic structure of the forearm interosseous membrane. *J Hand Surg Am.* 2003;28:503-10.
11. Noda K, Goto A, Murase T, Sugamoto K, Yoshikawa H, Moritomo H. Interosseous membrane of the forearm: an anatomical study of ligament attachment locations. *J Hand Surg.* 2009;34:415-22.
12. Moritomo H. The distal interosseous membrane: current concepts in wrist anatomy and biomechanics. *J Hand Surg.* 2012;37:1501-7.
13. Murray PM. Diagnosis and treatment of longitudinal instability of the forearm. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2005;9:29-34.
14. Chandler JW, Stabile KJ, Praeffle HJ, Li Z-M, Woo S-L-Y, Tomaino MM. Anatomic parameters for planning of interosseous ligament reconstruction using computer-assisted techniques. *J Hand Surg.* 2003;28:111-6.