

Artículo de revisión

Anatomía del codo por imagen de resonancia magnética

Rodríguez-Ramírez CL,* Águila-Mendoza A**

Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío

RESUMEN. El conocimiento de la anatomía de la articulación del codo se ha vuelto sofisticado con el advenimiento de las técnicas por resonancia magnética (RM) debido a la superioridad para representar los diferentes tejidos blandos, ventaja que ha permitido evaluar con detalle los procesos patológicos cada día más frecuentes en deportistas de alto rendimiento. La técnica de RM ideal incluye la posición cómoda del paciente, el uso de la antena de superficie adecuada y las secuencias apropiadas en los planos útiles de acuerdo a la entidad de que se trate. La familiaridad con la anatomía normal del codo es crucial para identificar la patología en forma correcta y evitar los potenciales errores de diagnóstico.

Palabras clave: resonancia magnética, anatomía, codo, tendón, ligamento, articulación.

ABSTRACT. Knowledge of the anatomy of the elbow joint has become intricate due to the advent of magnetic resonance imaging (MRI) techniques, as they are superior to represent the different soft tissues. This advantage allows evaluating in detail the increasingly frequent pathologic processes that occur in high performance athletes. The ideal MRI technique includes having the patient in a comfortable position, using an appropriate surface antenna and the right sequences in the appropriate planes depending on the entity. Being familiar with the normal elbow anatomy is crucial to properly identify the pathology and avoid potential diagnostic errors.

Key words: magnetic resonance, anatomy, elbow, tendon, ligament, joint.

Introducción

La imagen por resonancia magnética (IRM) provee información clínicamente útil en la evaluación de la articulación del codo debido a la demostración de músculos, tendones y ligamentos, así como permite visualizar en forma no-invasiva, la médula ósea, el cartílago articular y las estructuras neurovasculares con ventajas superiores a cualquier otra modalidad de imagen.

Por lo anterior, la exactitud diagnóstica en la evaluación por IRM de la articulación del codo requiere una adecuada comprensión y conocimiento de la anatomía normal.^{1,2}

Nivel de evidencia: V (Act Ortop Mex, 2011)

* Médico Radiólogo adscrito al Departamento de Resonancia Magnética.
** Técnico Radiólogo.

Dirección para correspondencia:

Dra. Carla Rodríguez
Blvd. Milenio Núm. 130,
Col. San Carlos de La Roncha, C.P. 37600. León, Guanajuato.
Teléfono y Fax: (477) 2672000.
E-mail: carlarodriguezramirez@gmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

La finalidad de la presente revisión es demostrar la anatomía normal, las variantes anatómicas más comunes y los potenciales errores de diagnóstico de esta articulación por esta modalidad de imagen.

Técnicas de imagen

Debido a la compleja anatomía del codo, es importante obtener una imagen óptima; sea que se coloque al paciente en posición supina y con el brazo al lado del cuerpo o en prono con el brazo extendido sobre la cabeza conocida como «posición de nadador».^{2,3}

El estudio del codo debe incluir idealmente 10 cm por arriba de la línea articular y hasta incluir la tuberosidad bicipital, caudalmente. La presentación de las imágenes debería encontrarse orientada como el estudio radiográfico con el húmero localizado en la parte alta de la imagen o a la derecha en las imágenes sagitales y coronales mientras que en las axiales, la orientación debería ser la de la superficie o cara volar en la parte alta de la imagen.³

El estudio de RM estándar incluye imágenes en el plano coronal con secuencias T1, T2 y eco de gradiente con supresión de grasa; en el plano axial, secuencias T1 y T2 y en el plano sagital, secuencias T1 y T2 con supresión de grasa,

pero aunándose otras secuencias de acuerdo a la sospecha diagnóstica.

En algunos casos son útiles las secuencias: Densidad de protones con supresión de grasa (DP-FatSat), o bien, otras secuencias «sensibles al líquido» como las IR, Inversion-Recovery o de recuperación de la inversión o STIR (Short Inversion time Inversion Recovery).

En términos generales, la mayoría de las secuencias idealmente deben contar con excelente resolución de contraste por lo que sugiere matriz de las imágenes de 512 x 512 pixeles con campo de visión o FOV (*Field-Of-View*) de 10-16 cm y grosor de corte de 3-4 mm.³

La administración intravenosa del gadolinio está indicada en algunos casos de proceso sinovial inflamatorio, en los casos de masa u otro proceso ocupativo mientras que las indicaciones de la aplicación del medio de contraste intraarticular son como en cualquier otra articulación, en los casos de sospecha de los cuerpos óseos libres, en casos de desgarro parcial de algún complejo ligamentario o bien para determinar la estabilidad de las lesiones osteocondrales, entre otras diversas patologías locales del codo.

Anatomía ósea y articular

El codo se compone de tres articulaciones dentro de una cavidad articular. La articulación cúbito-troclear y la radiohumeral le permiten movimientos de flexión y de extensión. La articulación radio-cubital proximal se compone de la cabeza del radio que gira en la fosa radial del cúbito permitiendo los movimientos de supinación y pronación distales. Las estructuras óseas en la articulación del codo incluyen el cóndilo humeral lateral o *capitulum* y la tróclea humeral. La fosa troclear del cúbito o ulna es la prominencia medial que se articula con la tróclea humeral mientras que la cabeza del radio lo hace con el cóndilo humeral lateral. En la cara posterior del húmero, por arriba de la tróclea se encuentra una cavidad, la fosa olecraneana y en la superficie humeral anterior, una pequeña fosa por arriba de la tróclea, la fosa coronoidea y también anterior y adyacente a ésta y por arriba del cóndilo humeral lateral, se encuentra la fosa radial. Recientemente se han descrito marcadores óseos anatómicos tanto en el epicóndilo medial, la prominente estructura del húmero distal así como en el epicóndilo lateral del húmero.^{4,5} La porción proximal del radio consiste en: cabeza, cuello y tuberosidad anterior. El cartílago articular que cubre la superficie radial o lateral es escaso comparativamente con el tejido condral medial en la cabeza del radio. El cúbito o ulna posee dos procesos: olécranon y coronoides. El primero, liso en su superficie posterior, es el sitio de inserción del tendón del tríceps y en su superficie anterior provee el área de inserción de la cápsula articular. La coronoides posee la muesca radial, por debajo de la cual se encuentra la tuberosidad cubital.

El codo está cubierto en forma completa por un componente fibroso que rodea la articulación, restringe la capacidad en cerca de 25 ml y envuelve 3 cojinetes grasos. Sus sitios

de inserción en su parte anterior es el epicóndilo medial, por arriba de las fosas coronoidea y radial, la superficie anterior del proceso coronoideo y el ligamento anular. La inserción proximal en su parte posterior es la superficie humeral por debajo del cóndilo humeral y del epicóndilo medial; su inserción distal y medial es en el olécranon y el componente lateral se continúa con la articulación radio-cubital proximal.

Existen varias almohadillas grasas entre la cápsula fibrosa y la membrana sinovial, todas ellas intracapsulares y extrasinoviales; el cojinete graso anterior es la suma de la grasa en las fosas coronoidea y radial y el posterior lo constituye la grasa en la fosa olecraneana.

La membrana sinovial cubre la superficie interna del componente fibroso capsular. Los repliegues de la membrana sinovial son remanentes del proceso de cavitación meniquimato y de acuerdo a su localización se denominan como sigue: el repliegue posterior o paraolecraneano, el anterior o perihumeral y los periligamentarios, el medial y el lateral. Las plicas o repliegues de la membrana sinovial normalmente tienen grosor no mayor a 3 mm.^{6,7}

Las porciones anterior y posterior de la cápsula articular están relativamente delgadas mientras que las porciones medial y lateral están engrosadas por la presencia de los ligamentos colaterales.

Los dos grandes grupos de ligamentos en el codo son el complejo colateral lateral o radial y el complejo colateral medial o cubital.

El complejo ligamentario colateral medial con inserción en la porción epicondilar inferior se extiende en forma de un abanico hasta el borde medial del olécranon. Está constituido por tres ligamentos o bandas: la banda anterior, la banda posterior y el ligamento transverso.⁴ La banda o ligamento anterior es la más resistente y extensa, se visualiza en las imágenes coronales y axiales como una fina banda hipointensa que se extiende desde el borde distal del epicóndilo medial a la superficie medial del proceso coronoideo del cúbito; esta banda anterior es la más importante desde el punto de vista funcional pues provee la mayor resistencia al estrés en valgo el codo, es más gruesa en su segmento proximal que en el distal (*Figura 1*).

La banda posterior, más delgada y menos resistente, es un estabilizador secundario que se extiende desde la parte más posterior e inferior del epicóndilo medial al borde medial del olécranon en forma «de abanico»; éste se tensa al flexionar el codo y por ende es difícil de visualizar en la RM rutinaria, debido a la extensión del codo, posición en que se examina habitualmente al paciente.

El ligamento transverso se forma de fibras proporcionadas por la cápsula, que se dirigen en sentido horizontal y unen los márgenes inferiores de las bandas anterior y posterior; contribuye en menor grado a la estabilidad del codo. Los ligamentos posterior y transverso tienen una localización profunda al nervio cubital y al igual que la cápsula articular, constituyen el piso del túnel homónimo.

El complejo ligamentario colateral lateral o radial proporciona estabilidad al varo y consiste en: el ligamento colা-

teral radial, el ligamento anular, el ligamento accesorio y el ligamento colateral cubital lateral.

El ligamento colateral radial tiene su origen en el margen anterior del epicóndilo lateral y se adhiere al ligamento anular y al músculo y fascia del supinador. Este ligamento, colateral radial se inserta en la superficie superior del surco intertubercular y en la superficie caudal del tubérculo superior del epicóndilo lateral del húmero, puede ser indistinguible de la inserción del ligamento colateral cubital lateral⁵ (*Figura 1*).

El ligamento colateral cubital lateral, la principal resistencia al varo, es más posterior y superior, se extiende del margen posteroinferior del epicóndilo lateral hacia la cabeza radial para insertarse en la parte posterior del cúbito, en su cresta superior, la denominada cresta del supinador. El ligamento se visualiza como una cuerda fina e hipointensa en las imágenes coronales (*Figura 2*); puede encontrarse ausente hasta en 10% de los individuos. Los dos componentes primordiales en la estabilidad lateral son el ligamento colateral cubital lateral y el ligamento anular.

El ligamento anular, estabilizador de la articulación radio-cubital proximal, se inserta en su parte anterior a la muesca radial del cúbito, rodeando la cabeza radial hasta insertarse en varias bandas posteriores en el cúbito, cerca del margen posterior de la muesca radial. La porción superior del ligamento anular está revestido por fibrocartílago al superponerse a la circunferencia de la cabeza radial. La porción inferior del ligamento anular está cubierto por la membrana sinovial. Es importante recordar que el ligamento anular suele presentar una variante anatómica

común, la inserción posterior en el radio puede encontrarse fenestrada y por ende constituida por dos bandas separadas por grasa (*Figura 3*) en lugar de insertarse por una banda única.⁸

El ligamento cuadrado, una capa fibrosa y delgada cubre la membrana sinovial, este ligamento es una banda laxa que se extiende desde el borde inferior de la muesca radial del cúbito, del borde inferior del ligamento anular a la superficie medial del cuello del radio.

En términos generales, la mayoría de los ligamentos normales son delgados con grosor no mayor a 4 mm.⁷

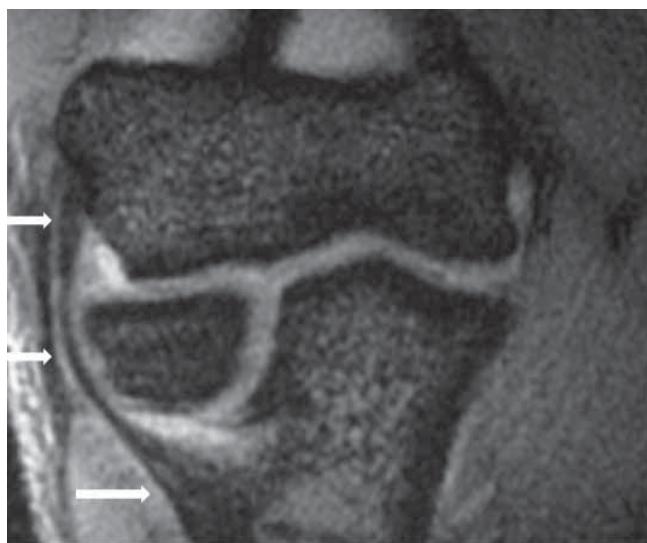


Figura 2. Imagen coronal Eco de gradiente con supresión gruesa. Se demuestra la totalidad del trayecto del ligamento colateral cubital lateral.



Figura 1. Imagen coronal T1 que demuestra los complejos ligamentarios, la banda anterior del ligamento colateral medial (flecha recta) y el ligamento colateral radial en situación profunda al tendón común de los extensores (flecha curva).

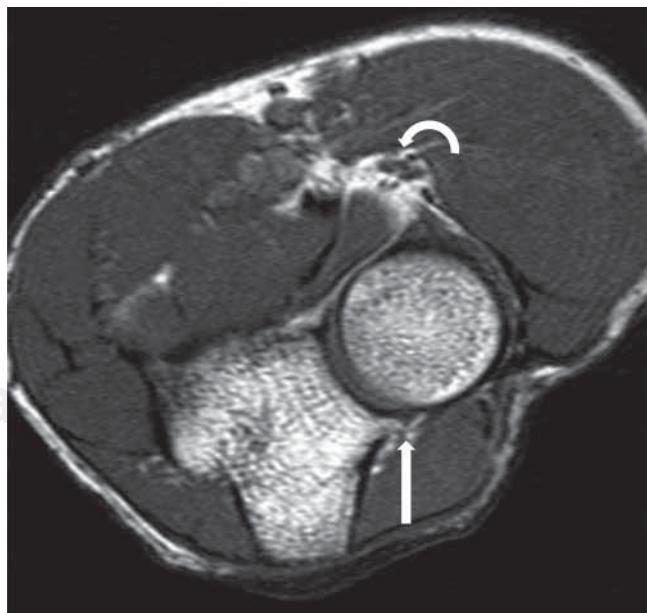


Figura 3. Imagen axial T1 que demuestra la inserción posterior fenestrada (flecha). El nervio radial muestra el aspecto punteado por la grasa interfascicular en el nervio radial (flecha curva).

Los músculos se localizan en alguno de los cuatro compartimentos: el anterior, el posterior, el medial y el lateral. Los músculos del grupo anterior son el bíceps braquial y el braquial; el tríceps braquial y el ancóneo epitroclear en el posterior; el compartimento medial incluye el pronador redondo y los flexores, el grupo lateral está constituido por el supinador, el braquioradial y los extensores. El músculo ancóneo epitroclear (*Figura 4*) es una variante anatómica común con prevalencia hasta del 11%. Es particularmente importante pues puede producir neuropatía cubital; desde su inserción en la superficie medial de la cortical olecraneana sigue el mismo trayecto del retináculo del túnel cubital hasta el epicóndilo medial, suele ser masa muscular accesoria unilateral pero Masear et al han reportado el proceso en forma bilateral.⁹⁻¹¹



Figura 4. Imagen axial T1. Se demuestra el músculo accesorio *anconeus epitroclearis* (flecha) extendiéndose a través del túnel cubital desde el olécranon. Túnel cubital normal (flecha curva).

Los tendones de los flexores: el flexor radial del carpo, el flexor cubital del carpo, el flexor superficial de los dedos y el tendón palmar largo se insertan en un tendón conjunto por arriba, por fuera y ventral a la entesis del complejo ligamentario medial, en la superficie anteromedial y lateral del epicóndilo medial, en el tubérculo anteroinferior, el tubérculo anterosuperior, el surco intertubercular, la faceta epicondilar anterolateral y la cresta epicondilar.⁴

La aponeurosis bicipital se extiende como una banda fibrosa, desde la unión miotendinosa del bíceps distal a la fascia medial profunda en el segmento medial y proximal del antebrazo. Es útil como marcador anatómico pues se extiende en sentido medial y ventral a la arteria braquial y al nervio mediano.

Los nervios en el codo son el cubital, el radial y el mediano, todos ellos evaluados en mejor forma en las imágenes axiales en las que es fácil identificar los siguientes hallazgos de normalidad: a) redonda a ovoide, b) contorno liso y neto y c) la intensidad de señal similar (o isointensa) al músculo en las secuencias T1 e isointensidad a mínima hiperintensidad al músculo en las secuencias T2.¹²

El nervio cubital es el más superficial, rodeado por grasa y alojado en el túnel del mismo nombre (*Figura 5*). El túnel cubital se extiende desde el epicóndilo medial al olécranon, sirve de alojamiento para el nervio cubital a su paso por detrás del codo. El techo de este túnel lo forman en su parte distal, la aponeurosis del flexor cubital del carpo también denominado ligamento arqueado y en la proximal, una delgada estructura fibrosa conocida como retináculo del túnel cubital o ligamento de Osborne que se extiende como una arcada desde el olécranon al epicóndilo medial. La cápsula y las bandas posterior y transversal del complejo ligamentario medial constituyen el piso de este túnel.

En la cara volar del codo existe un espacio triangular, la fosa cubital con ápice caudal y una base delimitada por una línea que une los epicóndilos, medial y lateral mientras que sus bordes, musculares son el pronador redondo y el braquioradial. Su piso es muscular formado por el braquial y el supinador. El nervio mediano, también superficial, se localiza por detrás de la aponeurosis bicipital y anterior al

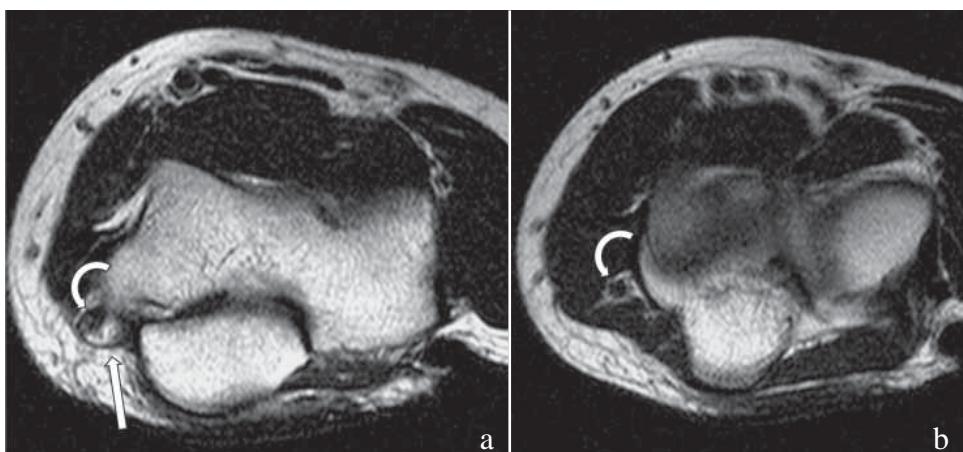


Figura 5. Imágenes axiales T1 que muestran el segmento proximal (a) y distal (b) del túnel cubital con visualización del retináculo (flecha) y el nervio cubital (flecha curva).

músculo braquial; se identifica adecuadamente en las imágenes axiales a nivel de la fosa cubital con situación medial a la arteria braquial y al dirigirse al antebrazo, entre las dos cabezas del pronador redondo (*Figura 6*). El nervio radial se localiza con facilidad entre el músculo braquial y el braquiiorradial, anterior al epicóndilo lateral (*Figura 3*).

Existen varias bursas superficiales y profundas en el codo, las más importantes son la olecraneana, la bicipito-radial y la interósea. La bursa olecraneana se localiza entre el proceso homónimo de la ulna y el tejido subcutáneo por detrás del segmento distal del tríceps (*Figura 7*). Está compuesta de tres bursas no comunicantes, la localizada

en el tejido subcutáneo de la intratendinosa y de la subten-dinosa.¹³

Las bursas en la fosa cubital son en la bursa bicipito-radial (*Figura 8*) y la bursa interósea que ocasionalmente pueden comunicarse.¹⁴ La función de la bursa bicipito-radial es el reducir la fricción entre el tendón del bíceps y la tuberosidad radial por lo que, esta bursa permite el movimiento libre del tendón a la pronación y supinación del antebrazo. Esta bursa se localiza entre la porción distal del tendón del bíceps y la porción anterior de la tuberosidad radial; en algunas ocasiones, la bursa bicipito-radial rodea como una vaina la entesis distal del tendón bicipital. Es bien conocido que el segmento distal del bíceps braquial carece de vaina tendinosa, formado por la unión de dos vientres musculares, la cabeza corta y larga del bíceps braquial separados hasta 7 cm por arriba de la línea articular del codo para terminar como un tendón aplanado en la porción posterior y rugosa de la tuberosidad radial.

Potenciales errores de diagnóstico

En las imágenes coronales posteriores puede identificarse en forma habitual un defecto focal de situación lateral en el cóndilo humeral debido a un declive óseo abrupto poste-roinferior, el seudodefecto del cóndilo humeral (*Figura 9*). El diagnóstico diferencial es la osteocondritis disecante con localización más extensa y anterior.¹⁵

El seudodefecto de la cresta troclear, visible en el plano sagital medial representa otra seudolesión en la parte media de la tróclea producido por la cresta troclear transversal como muesca cortical que simula interrupción cortical (*Figura 10*).¹⁶

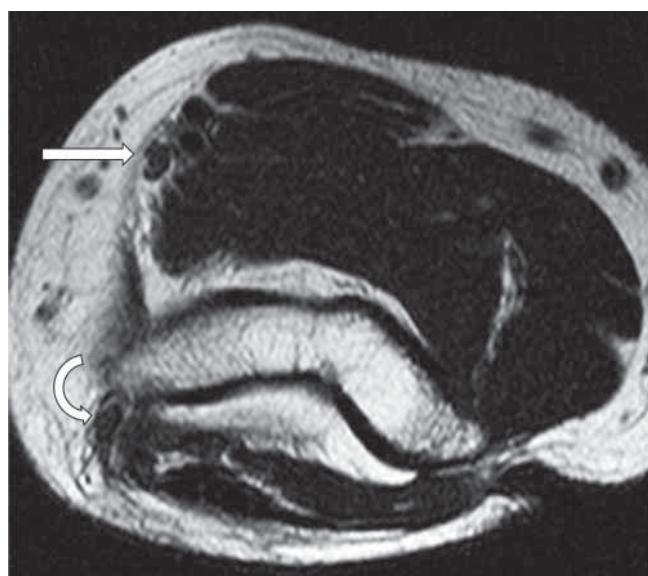


Figura 6. Imagen axial T1. Se identifica el nervio mediano (flecha) y el nervio cubital (flecha curva).



Figura 7. Imagen sagital T1 que muestra la bursa olecraneana con intensidad de señal intermedia, por detrás del olécranon y con efecto compresivo sobre el tendón del tríceps.

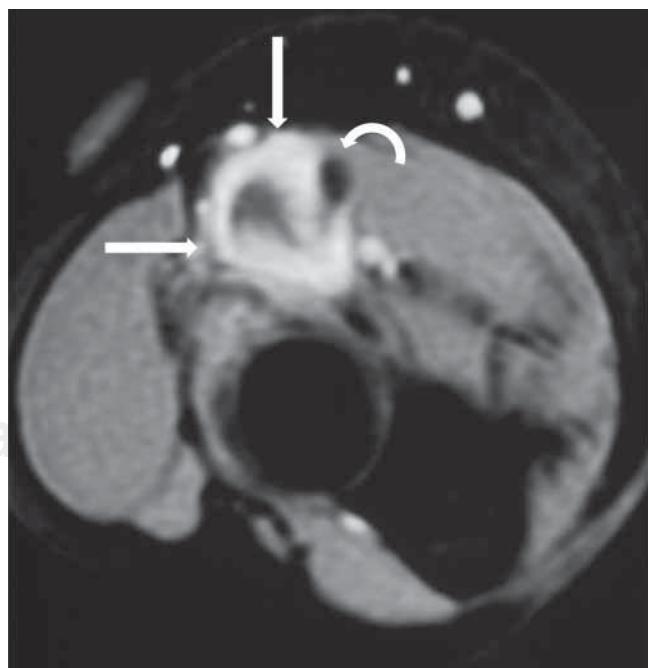


Figura 8. Imagen axial T2 con supresión grasa que muestra la distensión de la bursa bicipito-radial (flechas), lateral al tendón del bíceps (flecha curva).



Figura 9. Imagen sagital T1 (a) y coronal T1 (b) que muestran el seudodefecto del cóndilo humeral.

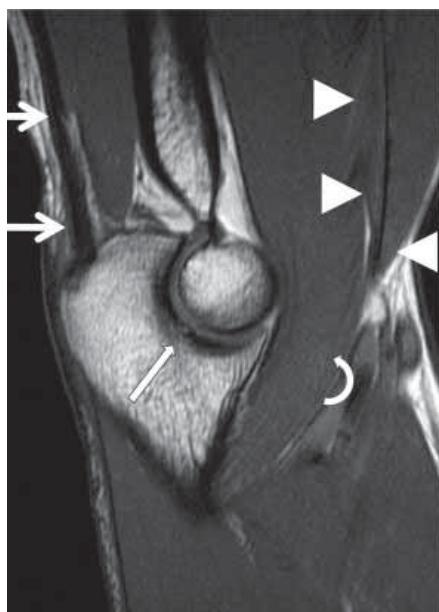


Figura 10. Imagen sagital T1 que muestra la variante anatómica muesca del surco troclear (flecha larga). El tendón del tríceps (flechas), el músculo braquialis (flecha curva) y el bíceps braquial (cabecitas de flecha).

Discusión

Las patologías que comprometen la articulación del codo han incrementado en los últimos años debido a la popularidad de las actividades físicas que involucran pesas, uso de raquetas y otras como el lanzamiento, etc. y en forma paralela, con el advenimiento tecnológico, la mejoría en las secuencias de resonancia magnética y el desarrollo de las antenas, han producido un conocimiento sofisticado de la anatomía normal y la patología de esta articulación. Es primordial el conocimiento básico de esta articulación, ello aunado a la historia clínica son claves en la interpretación de

este estudio. Debido a que la orientación anatómica es variable dependiendo de la posición del paciente, se recomienda establecer protocolos de exploración de corta duración donde la posición más cómoda posible para el paciente, es fundamental.

Conclusión

El conocimiento básico de la anatomía y de las variantes anatómicas así como la familiaridad con los procesos patológicos más comunes de esta articulación son primordiales para el radiólogo, transmitiendo así la información útil al clínico para la instalación del tratamiento oportuno y temprano. La IRM ha proporcionado información clínicamente útil al evaluar con elevada sensibilidad los músculos, ligamentos y otros tejidos blandos y el óseo en forma directa, con ventaja superior a cualquier otra modalidad de imagen en la detección y caracterización de variantes anatómicas, seudolesiones y patología diversa, en forma no invasiva.

Bibliografía

1. Sonin AH, Tutton SM, Fitzgerald SW, Peduto AJ: MR imaging of the adult elbow. *Radiographics* 1996; 16: 1323-36.
2. Sonin AH: Magnetic resonance imaging of the elbow: the basics. *The Radiologist* 1997; 4: 23-32.
3. Kaplan PA, Helms CA, Dussault R, Anderson MW, Major NM. Elbow. In: Musculoskeletal MRI. 1st ed. Philadelphia. W.B. Saunders Company; 2001: 225-43.
4. Buck FM, Zoner CS, Cardoso F et al: Can osseous landmarks in the distal medial humerus be used to identify the attachment sites of ligamentous and tendons: paleopathologic-anatomical imaging study in cadavers. *Skeletal Radiol* 2010; 39: 905-13.
5. Zoner CS, Buck FM, Cardoso FN, et al: Detailed MRI anatomic study of the lateral epicondyle of the elbow and its tendinous and ligamentous attachments in cadavers. *AJR* 2010; 195: 629-36.

6. Awaya H, Schweitzer ME, Feng SA, et al: Elbow synovial fold syndrome: MR Imaging findings. *AJR* 2001; 177: 1377-81.
7. Husarik DB, Saupe N, Pfirrmann CWA, et al: Ligaments and plicae of the elbow: normal MR imaging variability in 60 asymptomatic subjects. *Radiol* 2010; 257: 185-94.
8. Sanal HT, Lina Chen L, Haghghi P, et al: Annular ligament of the elbow: MR arthrography appearance with anatomic and histologic correlation. *AJR* 2009; 193: 122-6.
9. Sookur PA, Naraghi AM, Bleakney RR, et al: Accessory muscles: anatomy, symptoms and radiologic evaluation. *Radiographics* 2008; 28: 481-99.
10. Dellen AL: Musculotendinous variations about the medial humeral epicondyle. *J Hand Surg Br* 1986; 11: 175-81.
11. Masear VR, Hill JJ Jr, Cohen SM: Ulnar compression neuropathy secondary to the anconeus epitrochlearis muscle. *J Hand Surg Am* 1988; 13: 720-24.
12. Husarik DB, Saupe N, Pfirrmann CWA, et al: Elbow nerves: MRI findings in 60 asymptomatic subjects- normal anatomy, variants and pitfalls. *Radiol* 2009; 252: 148-56.
13. Farroki S, Ashman CL, Lee J, et al. Common bursae about the body: a review of normal anatomy and magnetic resonance imaging findings. *The Radiologist* 4: 209-21.
14. Skaf AY, Boutin RD, Dantas RWM, et al: Bicipito-radial bursitis: MRI findings in eight patients and anatomic data from contrast material opacification of bursae followed by routine radiography and imaging in cadavers. *Radiol* 1999; 212: 111-6.
15. Rosenberg ZS, Beltran J, Cheung YY: Pseudodefect of the capitellum: potential MR imaging pitfall. *Radiol* 1994; 191: 821-3.
16. Rosenberg ZS, Beltran J, Cheung YY, Boker M: MR imaging of the elbow: Normal variant and Potential diagnostic pitfalls of the trochlear groove and cubital tunnel. *AJR* 1995; 164: 415-8.