

Incluye **videos**

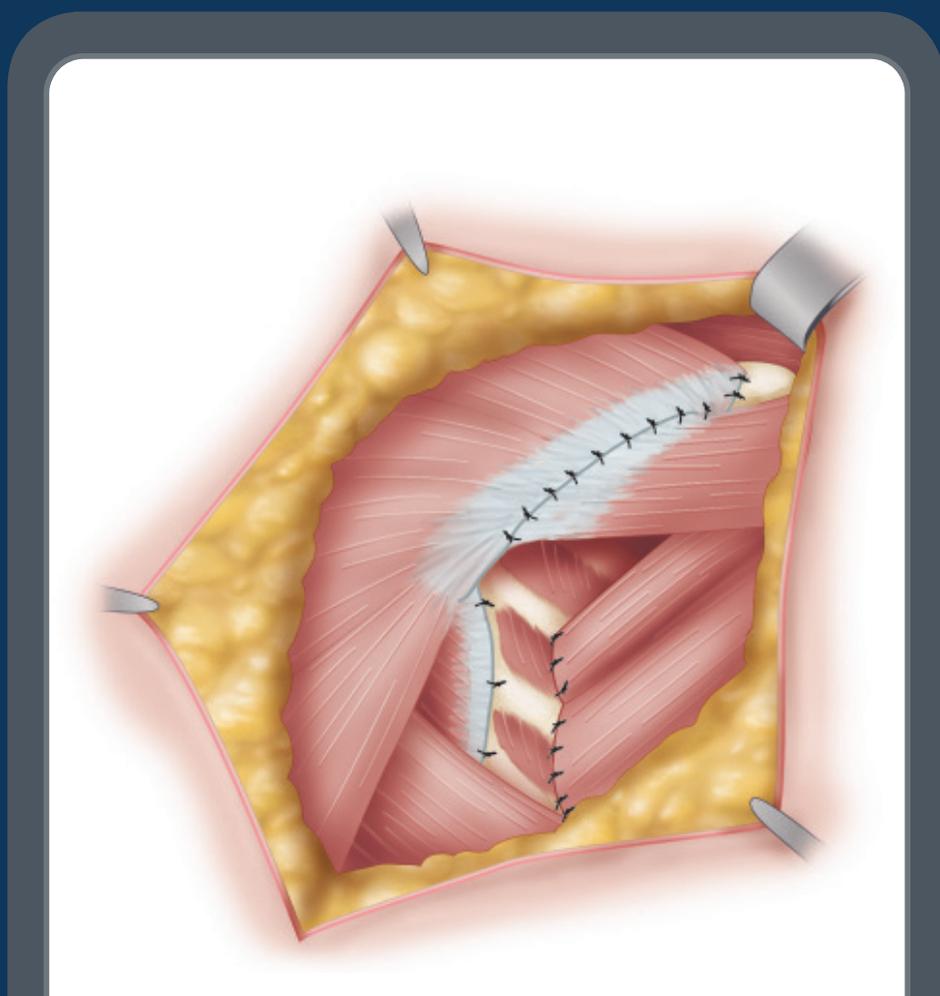
CAMPBELL

Ortopedia Quirúrgica

PRINCIPIOS GENERALES Y PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS EN ADULTOS

13ª Edición

Frederick M. Azar
James H. Beaty
S. Terry Canale



TOMO 1


AMOLCA

CAMPBELL

ORTOPEDIA QUIRÚRGICA

13ª Edición

Frederick M. Azar, MD

Profesor

Departamento de Cirugía Ortopédica e Ingeniería Biomédica

University of Tennessee–Campbell Clinic

Jefe de personal, Campbell Clinic

Memphis, Tennessee

James H. Beaty, MD

Harold B. Boyd, profesor y presidente

Departamento de Cirugía Ortopédica e Ingeniería Biomédica

University of Tennessee–Campbell Clinic

Memphis, Tennessee

S. Terry Canale, MD

Harold B. Boyd, profesor y presidente emérito

Departamento de Cirugía Ortopédica e Ingeniería Biomédica

University of Tennessee–Campbell Clinic

Memphis, Tennessee

TOMO 1

PRINCIPIOS GENERALES Y PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS EN ADULTOS

PARTE I



PRINCIPIOS GENERALES

- 1 Técnicas y abordajes quirúrgicos** 1
Andrew H. Crenshaw Jr.
- 2 Imagen por resonancia magnética en ortopedia** 134
Dexter H. Witte

PARTE II



PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS DE LA CADERA EN ADULTOS

- 3 Artroplastia de la cadera** 166
James W. Harkess, John R. Crockarell Jr.
- 4 Artroplastia de superficie de cadera** 322
David G. Lavelle
- 5 Artrodesis de cadera** 337
Gregory D. Dabov
- 6 Dolor de cadera en el adulto joven y cirugía de preservación de cadera** 345
James L. Guyton

PARTE III



PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS DE LA RODILLA EN ADULTOS

- 7 Artroplastia de rodilla** 396
William M. Mihalko
- 8 Artrodesis de rodilla** 469
Anthony A. Mascioli
- 9 Procedimientos de tejidos blandos y osteotomías correctivas alrededor de la rodilla** 477
Andrew H. Crenshaw Jr.

PARTE IV



PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS DE LOS TOBILLOS EN ADULTOS

- 10 Artroplastia total de tobillo** 508
G. Andrew Murphy
- 11 Artrodesis de tobillo** 535
G. Andrew Murphy

PARTE V



PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS DEL HOMBRO Y EL CODO EN ADULTOS

- 12 Artroplastia de hombro y de codo** 570
Thomas W. Throckmorton
- 13 Artrodesis de hombro y de codo** 623
Thomas W. Throckmorton

TOMO 2

AMPUTACIONES, INFECCIONES Y TUMORES: CADERA, PELVIS Y EXTREMIDADES

PARTE VI



AMPUTACIONES

- 14 Principios generales de amputaciones** 636
Patrick C. Toy
- 15 Amputaciones de pie** 651
David R. Richardson
- 16 Amputaciones de extremidad inferior** 674
David G. Lavelle
- 17 Amputaciones de cadera y pelvis** 686
Kevin B. Cleveland
- 18 Amputaciones de extremidad superior** 694
Kevin B. Cleveland
- 19 Amputaciones de mano** 710
James H. Calandruccio, Benjamin M. Mauck

PARTE VII



INFECCIONES

- 20 Principios generales de infección** 742
Kevin B. Cleveland
- 21 Osteomielitis** 764
Gregory D. Dabov
- 22 Artritis infecciosa** 788
Anthony A. Mascioli, Ashley L. Park
- 23 Tuberculosis y otras infecciones inusuales** 812
Andrew H. Crenshaw Jr.

PARTE VIII



TUMORES

- 24 Principios generales de tumores** 830
Patrick C. Toy, Robert K. Heck Jr.

- 25 Tumores óseos benignos y condiciones no neoplásicas que simulan tumores óseos** 896
Robert K. Heck Jr., Patrick C. Toy
- 26 Tumores óseos benignos/agresivos** 923
Robert K. Heck Jr., Patrick C. Toy
- 27 Tumores óseos malignos** 945
Robert K. Heck Jr., Patrick C. Toy
- 28 Tumores de tejido blando** 984
Patrick C. Toy, Robert K. Heck Jr

TOMO 3

TRASTORNOS CONGÉNITOS Y FRACTURAS EN NIÑOS

PARTE IX



TRASTORNOS CONGÉNITOS Y DEL DESARROLLO

- 29 Anomalías congénitas de extremidad inferior** 1016
Derek M. Kelly
- 30 Anormalidades congénitas y de desarrollo de cadera y pelvis** 1118
Derek M. Kelly
- 31 Anomalías congénitas de tronco y extremidad superior** 1161
Benjamin M. Mauck
- 32 Osteocondrosis o epifisitis y otras afecciones varias** 1175
S. Terry Canale

PARTE X



TRASTORNOS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL EN NIÑOS

- 33 Parálisis cerebral** 1250
Jeffrey R. Sawyer, David D. Spence
- 34 Trastornos paralíticos** 1304
William C. Warner Jr., James H. Beaty
- 35 Trastornos neuromusculares** 1392
William C. Warner Jr., Jeffrey R. Sawyer

PARTE XI



FRACTURAS Y DISLOCACIONES EN NIÑOS

- 36 Fracturas y dislocaciones en niños** 1424
Jeffery R. Sawyer, David D. Spence

TOMO 4

COLUMNA

PARTE XII



LA COLUMNA VERTEBRAL

- 37 Anatomía espinal y abordajes quirúrgicos** 1572
Raymond J. Gardocki
- 38 Enfermedades degenerativas de columna cervical** 1610
Francis X. Camillo
- 39 Trastornos degenerativos de columna torácica y lumbar** 1644
Raymond J. Gardocki, Ashley L. Park
- 40 Espondilolistesis** 1728
Keith D. Williams
- 41 Fracturas, dislocaciones y fractura-dislocaciones de columna vertebral** 1756
Kelth D. Williams
- 42 Infecciones y tumores de columna vertebral** 1824
Francis X. Camillo
- 43 Columna cervical pediátrica** 1857
William C. Warner Jr.
- 44 Escoliosis y cifosis** 1897
William C. Warner Jr., Jeffery R. Sawyer

AMOLCA

PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA

TOMO 5

MEDICINA DEL DEPORTE Y ARTROSCOPIA

PARTE XIII



MEDICINA DEPORTIVA

- 45 Lesiones en rodilla** 2122
Robert H. Miller III, Frederick M. Azar
- 46 Lesiones de hombro y codo** 2298
Robert H. Miller III, Frederick M. Azar, Thomas W. Throckmorton
- 47 Dislocaciones recurrentes** 2346
Barry B. Phillips
- 48 Trastornos traumáticos** 2405
Frederick M. Azar

PARTE XIV**ARTROSCOPIA**

- 49 Principios generales de artroscopia** 2458
Barry B. Phillips
- 50 Artroscopia de pie y tobillo** 2471
Susan N. Ishikawa
- 51 Artroscopia de extremidad inferior** 2486
Barry B. Phillips, Marc J. Mihalko
- 52 Artroscopia de extremidad superior** 2567
Barry B. Phillips

TOMO 6**FRACTURAS Y DISLOCACIONES EN ADULTOS****PARTE XV****FRACTURAS Y DISLOCACIONES EN ADULTOS**

- 53 Principios generales del tratamiento de fracturas** 2656
A. Paige Whittle
- 54 Fracturas de extremidad inferior** 2712
Matthew I. Rudloff
- 55 Fracturas y luxaciones de cadera** 2817
John C. Weinlein
- 56 Fracturas acetabulares y pélvicas** 2865
James L. Guyton, Edward A. Perez
- 57 Fracturas de hombro, brazo y antebrazo** 2927
Edward A. Perez
- 58 Fracturas mal unidas** 3017
A. Paige Whittle
- 59 Unión retrasada y pseudoartrosis de fracturas** 3081
John C. Weinlein
- 60 Luxaciones agudas** 3117
Anthony A. Mascioli
- 61 Luxaciones antiguas no reducidas** 3137
Andrew H. Crenshaw Jr.

TOMO 7**LESIONES AL NERVI PERIFÉRICO Y MICROCIURUGÍA****PARTE XVI****LESIONES AL NERVI PERIFÉRICO**

- 62 Lesiones al nervio periférico** 3162
Mark T. Jobe, Santos F. Martinez

PARTE XVII**MICROCIURUGÍA**

- 63 Microcirugía** 3226
Mark T. Jobe

TOMO 8**MANO****PARTE XVIII****LA MANO**

- 64 Técnica básica quirúrgica y cuidado posoperatorio** 3300
David L. Cannon
- 65 Lesiones agudas de mano** 3323
David L. Cannon
- 66 Lesiones de tendón flexor y extensor** 3348
David L. Cannon
- 67 Fracturas, dislocaciones y lesiones ligamentosas** 3403
James H. Calandruccio
- 68 Lesiones nerviosas** 3462
Mark T. Jobe
- 69 Trastornos de muñeca** 3478
David L. Cannon
- 70 Trastornos especiales de mano** 3576
David L. Cannon
- 71 Mano parálitica** 3595
Benjamin M. Mauck
- 72 Parálisis cerebral de mano** 3638
Benjamin M. Mauck, Mark T. Jobe
- 73 Mano artrítica** 3660
James H. Calandruccio

74 Síndromes compartimentales y contractura de volkmann	3722	81 Trastornos del hallux	3922
Mark T. Jobe		G. Andrew Murphy	
75 Contractura de dupuytren	3734	82 Trastornos de tendones, fascia y pie plano en adolescentes y adultos	4033
James H. Calandruccio		Benjamin J. Gear	
76 Síndrome del túnel del carpo, síndrome del túnel cubital y tenosinovitis estenosante	3750	83 Anomalías de dedos menores de los pies	4106
James H. Calandruccio		G. Andrew Murphy	
77 Tumores y condiciones tumorales de mano	3773	84 Artritis de pie	4157
James H. Calandruccio, Mark T. Jobe		David R. Richardson	
78 Infecciones de mano	3806	85 Pie diabético	4187
David L. Cannon		Clayton C. Bettin	
79 Anomalías congénitas de mano	3826	86 Trastornos neurogénicos	4213
Benjamin M. Mauck, Mark T. Jobe		Benjamin J. Gear	
		87 Alteraciones de uñas y piel	4252
		Susan N. Ishikawa	
		88 Fracturas y luxaciones de pie	4276
		Susan N. Ishikawa	
		89 Lesiones deportivas de tobillo	4351
		David R. Richardson	

TOMO 9

PIE Y TOBILLO

PARTE XIX



EL PIE Y EL TOBILLO

80 Técnicas quirúrgicas

Benjamin J. Gear

3912

AMOLCA
PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA

PARTE II



PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS DE LA CADERA EN ADULTOS

3 Artroplastia de la cadera

Video 3-1: Artroplastia total de cadera con mini-incisión
John R. Crockarrel Jr.

Video 3-2: Osteotomía trocantérica extendida para artroplastia total de cadera de revisión
John R. Crockarrel Jr., Greg D. Dabov

Video 3-3: Revisión acetabular de cadera, metal-metal
William W. Mihalko

PARTE III



PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS DE LA RODILLA EN ADULTOS

7 Artroplastia de rodilla

Video 7-1: Reemplazo total de rodilla posterior estabilizado
James L. Guyton

Video 7-2: Equilibrio total de rodilla/ligamento
James L. Guyton

Video 7-3: Artroplastia total de rodilla mínimamente invasiva
James W. Harkess

Video 7-4: Artroplastia total de rodilla bilateral
Gregory D. Dabov

9 Procedimientos de tejidos blandos y osteotomías correctivas alrededor de la rodilla

Video 9-1: Osteotomía supracondílea para la rodilla artrítica en valgo
Andrew H. Crenshaw Jr.

PARTE V



PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS DEL HOMBRO Y EL CODO EN ADULTOS

12 Artroplastia de hombro y de codo

Video 12-1: Artroplastia total de hombro
Thomas W. Throckmorton

Video 12-2: Artroplastia total de hombro reversa
Thomas W. Throckmorton

Video 12-3: Artroplastia total de codo 1
Andrew H. Crenshaw Jr.

12-4: Artroplastia total de codo 2
Thomas W. Throckmorton

PARTE IX



TRASTORNOS CONGÉNITOS Y DEL DESARROLLO

29 Anomalías congénitas de la extremidad inferior

Video 29-1: Polidactilia del pie: amputación del dedo del pie
Jeffrey R. Sawyer

PARTE XI



FRACTURAS Y DISLOCACIONES EN NIÑOS

36 Fracturas y dislocaciones en niños

Video 36-1: Fracturas supracondíleas del húmero: técnica de fijación
James H. Beaty

Video 36-2: Fijación por tornillo de epífisis femoral capital deslizada
William C. Warner Jr.

PARTE XII



LA COLUMNA VERTEBRAL

41 Fracturas, dislocaciones y fractura-dislocaciones de la columna vertebral

Video 41-1: Discectomía cervical anterior y fusión
Keith D. Williams

44 Escoliosis y cifosis

Video 44-1: Inserción VEPT
Jeffrey R. Sawyer

Video 44-2: Ajuste VEPT
Jeffrey R. Sawyer

Video 44-3: Instrumentación segmentaria posterior mediante tornillos pediculares y rotación vertebral directa para la escoliosis idiopática
Barney L. Freeman III

PARTE XIII



MEDICINA DEPORTIVA

45 Lesiones en la rodilla

Video 45-1: Reconstrucción de ACL usando el tercio central del tendón patelar
Robert H. Miller III

Video 45-2: Aloinjerto osteocondral
Frederick M. Azar

Video 45-3: Implantación autóloga de condrocitos
Frederick M. Azar, Robert H. Miller III

Video 45-4: Tratamiento quirúrgico de la inestabilidad patelar lateral recurrente
Frederick M. Azar, Robert H. Miller III

Video 45-5: Preparación de injerto de aloinjerto de hueso-tendón-hueso para reconstrucción de ACL
Frederick M. Azar

Video 45-6: Recolección de injerto de isquiotibiales
Frederick M. Azar

48 Trastornos traumáticos

Video 48-1: Fasciotomía de la pierna de cuatro compartimientos
Edward A. Perez

PARTE XIV



ARTROSCOPIA

52 Artroscopia de la extremidad superior

Video 52-1: Reparación del manguito rotador
Barry B. Phillips

PARTE XV



FRACTURAS Y DISLOCACIONES EN ADULTOS

54 Fracturas de la extremidad inferior

Video 54-1: Colocación percutánea de placas de fracturas femorales distales
George W. Wood II

55 Fracturas y luxaciones de cadera

Video: 55-1: Enclavado para reconstrucción de fracturas femorales
Andrew H. Crenshaw Jr.

57 Fracturas del hombro, brazo y antebrazo

Video 57-1: Reducción abierta y fijación interna de las fracturas de clavícula
George W. Wood II

Video 57-2: Enclavado intramedular de fracturas de antebrazo
Andrew H. Crenshaw Jr.

PARTE XVIII



LA MANO

69 Luxaciones agudas

Video 69-1: Reparación de escafoides: abordaje dorsal
George W. Wood II

71 Mano paralítica

Video 71-1: Reconstrucción ligamentosa del pulgar con injerto de interposición de tenodesis usando tornillo de biotenodesis
Mark. T. Jobe

PARTE XIX



EL PIE Y EL TOBILLO

81 Trastornos del hallux

Video 81-1: Bunionectomía de Keller modificada
E. Greer Richardson, G. Andrew Murphy

Video 81-2: Osteotomía de chevron para hallux valgus
E. Greer Richardson

82 Trastornos de tendones, fascia y pie plano en adolescentes y adultos

Video 82-1: Reparación quirúrgica de subluxación o dislocación de los tendones peroneos
E. Greer Richardson

Video 82-2: Transferencia de FHL para la tendinosis de Aquiles de inserción
G. Andrew Murphy

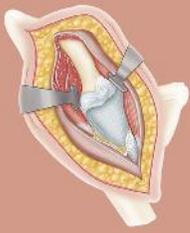
Video 82-3: Reconstrucción del tendón tibial posterior con osteotomía calcánea y transferencia de flexor largo de los dedos
G. Andrew Murphy

Video 82-4: Reparación quirúrgica del desgarro longitudinal dividido del tendón peroneo corto
G. Andrew, E. Greer Richardson

Video 82-5: Reparación quirúrgica de la ruptura del tendón tibial anterior
David R. Richardson

88 Fracturas y luxaciones del pie

Video 88-1: Reducción abierta y fijación interna de las fracturas del calcáneo
G. Andrew Murphy



CAPÍTULO 2

IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA EN ORTOPEEDIA

Dexter H. Witte

TECNOLOGÍA Y TÉCNICA

MRI	134
CONTRAINDICACIONES	135
PIE Y TOBILLO	136
Lesiones tendinosas	136
Lesiones ligamentosas	136
Lesiones óseas	136
Otros trastornos del pie y el tobillo	138
RODILLA	140
Condiciones patológicas del menisco	140
Lesiones del ligamento cruzado	142

Otros problemas de rodilla	144
CADERA	146
Osteonecrosis	146
Osteoporosis transitoria	147
Trauma	148
COLUMNA VERTEBRAL	149
Enfermedad del disco intervertebral	149
Dolor de espalda posoperatorio	150
Tumores de la columna vertebral	151
Trauma de la columna vertebral	151
HOMBRO	151

Condiciones patológicas del manguito rotador	151
Síndromes de pinzamiento	152
Condiciones patológicas del labrum	153
Otras causas de dolor en el hombro	154
MUÑECA Y CODO	154
Trastornos del ligamento del carpo	155
Otras condiciones patológicas de la mano y de la muñeca	156
CODO	157
IMAGEN TUMORAL	157

Aparte de la radiografía de rutina, ninguna modalidad de imagen tiene un impacto tan grande en la actual práctica clínica ortopédica como la imagen por resonancia magnética (MRI por sus siglas en inglés). La MRI proporciona un contraste inigualable de los tejidos blandos y una capacidad multiplano con resolución espacial que se aproxima a la de la tomografía computarizada (CT por sus siglas en inglés). En consecuencia, la MRI ha superado métodos antiguos de imagen como la mielografía, artrografía e incluso angiografía. En los últimos 40 años, la MRI ha evolucionado para convertirse en un componente crítico de la práctica ortopédica moderna.

A diferencia de la radiografía o CT, la MRI es generada sin el uso de radiación ionizante potencialmente dañina. Las imágenes por MR son creadas mediante el posicionamiento del paciente en un fuerte campo magnético (decenas de miles de veces más fuerte que el campo magnético de la tierra). La fuerza magnética afecta el núcleo dentro del campo, en específico el núcleo de elementos con número impar de protones o neutrones. El elemento más abundante que satisface este criterio es el hidrógeno, el cual abunda en el agua y la grasa. Estos núcleos, que son en esencia protones, poseen un giro cuántico. Cuando los tejidos del paciente son sometidos a este fuerte campo magnético, los protones se alinean por sí mismos con respecto al campo. Dado que toda la imagen se realiza con esta fuerza magnética constante, este se convierte en el estado estable o de equilibrio. En este estado de equilibrio un pulso de radiofrecuencia (RF por sus siglas en inglés) es aplicado, el cual excita a los protones magnetizados en el campo y perturba el estado estable. Tras la aplicación de este pulso, una bobina receptora o antena escucha la señal de RF emitida que se genera cuando estos protones se relajan o regresan a su estado de equilibrio. Estas señales emitidas se usan para crear la imagen por MR.

TECNOLOGÍA Y TÉCNICA MRI

Una gran variedad de sistemas de imagen MR están disponibles a nivel comercial. Los escáneres pueden agruparse por intensidad de campo. Los escáneres de alto campo poseen magnetos superconductores, los cuales poseen una fuerza de

campo mayor a 1,0 Tesla (T). Los escáneres de bajo campo operan a fuerzas de campo entre 0,3 a 0,7 T. Los escáneres de campo ultra bajo operan por debajo de 0,1 T, pero por lo general se limitan al estudio de la anatomía apendicular. La fuerza del campo magnético se correlaciona directamente con la señal disponible para crear la imagen MR. Los escáneres de alto campo generan imágenes de señal-ruido más altas, lo que permite tiempos de escaneo más cortos, cortes de escaneo más delgados y campos de visión más pequeños. A menor fuerza de campo, el campo de visión de escaneo o el grosor de corte debe aumentarse o el tiempo de imagen debe ser alargado para compensar la señal más baja. En el pasado, los escáneres de baja fuerza de campo presentaron la ventaja de un orificio "abierto", que ayuda a minimizar la claustrofobia y permite posiciones más cómodas para el paciente en el caso de imágenes fuera del eje como son los codos o las muñecas. Sin embargo, los escáneres de alto campo de nueva generación tienen orificios de mayor diámetro y menor longitud, lo que elimina la ventaja de los escáneres de bajo campo. Los escáneres poderosos de 3 T han estado de forma comercial disponibles en los últimos años. Aunque la imagen musculosquelética de alta calidad puede ser realizada a 1,5 T, los escáneres 3,0 T son bastante útiles cuando se evalúan pequeñas partes corporales y pueden proveer mejor calidad de imagen en pacientes de gran tamaño.

Aunque la imagen se puede adquirir en la bobina principal (el tubo hueco en el cual el paciente descansa durante el estudio), casi todas las imágenes MR se obtienen con una bobina receptora separada. Para la evaluación de estructuras articulares pequeñas, como el menisco de la rodilla o el manguito rotador, las bobinas de superficie especializada son obligatorias. Varios tipos de bobinas de superficie están disponibles, lo que incluye bobinas a la medida para partes específicas del cuerpo como la columna vertebral, hombro, muñeca y articulaciones temporomandibulares, así como bobinas flexibles versátiles y bobinas circunferenciales para las extremidades. Estas bobinas sirven como antenas colocadas cerca de la articulación o extremidad, lo que mejora de manera significativa la señal y resolución, pero limita el volumen de tejido que puede ser evaluado. Por lo tanto, se han desarrollado bobinas de superficie con tecnología Phased-Array, que proporcionan una

mejor señal con bobinas de menor tamaño con un área de cobertura mayor. Estas bobinas Phased-Array están disponibles para la rodilla, hombro y torso, son estándar para la mayoría de escáneres. La óptima selección de la bobina es obligatoria para una imagen de alta calidad de las articulaciones o partes corporales pequeñas.

Aunque todos los estudios implican magnetización y señales de RF, el método y el tiempo de excitación y adquisición de la señal pueden variar para afectar la intensidad de señal de los diversos tejidos en el volumen. Las MRI del sistema musculoesquelético usan principalmente la técnica eco de espín, la cual produce ponderación en T1, densidad de protones (espín) e imágenes ponderadas en T2. T1 y T2 son características específicas del tejido. Estos valores reflejan medidas de la tasa de relajación del estado de equilibrio. Mediante la variación del tiempo de aplicación de pulsos de RF (TR, o tiempo de repetición) y el tiempo de adquisición de la señal de retorno (TE, o tiempo eco), una secuencia de imágenes puede acentuar las características de tejido de T1 o T2. En la mayoría de casos, la grasa tiene una señal alta (brillante) en las imágenes de T1 y el fluido tiene una señal alta en las series ponderadas en T2. Las estructuras con poca grasa o agua, como el hueso cortical, tendones y ligamentos, son hipointensos (oscuro), en todos los tipos de secuencia. Las mejorías en las técnicas de MR han permitido obtener imágenes mucho más rápido. Las secuencias de imagen más cortas son mejor toleradas por los pacientes y permiten menor cantidad de artefactos por movimiento. Una de las mejorías, está en la técnica rápida de eco de espín, la cual puede reducir la duración de las series ponderadas en T2 por dos tercios o más. La señal grasa en las imágenes de la técnica rápida de eco de espín permanece considerablemente intensa, un problema que se puede eliminar mediante técnicas químicas de supresión de grasa (figura 2-1). La supresión grasa también se puede lograr mediante el uso de una secuencia de inversión-recuperación de tau corta (STIR por sus siglas en inglés). Esta técnica de supresión grasa puede ser útil en la detección de edema en médula ósea y tejidos blandos, por lo tanto, tiene un papel importante en la imagenología de trauma y neoplasias. Para simplicidad, las series de imagen adquiridas mediante alguna de las técnicas de supresión grasa mencionadas, por lo general son referidas como secuencias

“fluido-sensible”. Otro método de imagen rápida es la técnica eco de gradiente, la cual se puede usar de forma selectiva para imágenes de cartílago (como el labrum glenoideo). En ciertas situaciones, por ejemplo, en la evaluación de los ligamentos extrínsecos de la muñeca, la imagen eco de gradiente se puede usar para generar imágenes isovolumétricas que permiten la reconstrucción de imágenes multiplano. La mayoría de estudios musculoesqueléticos con MR están compuestos por un número de series o secuencias de imagen, diseñadas para detectar un proceso patológico determinado. Dado que los planos de imagen (axial, sagital, coronal, oblicuo) y el tipo de secuencia (T1, T2, eco de gradiente) se eligen desde el principio del estudio, se requiere una comprensión avanzada del problema clínico para realizar imágenes de alta calidad.

CONTRAINDICACIONES

Algunos pacientes no son candidatos para MRI. Las contraindicaciones absolutas para MRI incluyen clips de aneurisma intracerebral, desfibriladores automáticos, audífonos internos y cuerpos extraños orbitarios metálicos. La gran mayoría de marcapasos no son de uso seguro durante una MRI; pero, una nueva generación de MRI compatibles con marcapasos se desarrolló recientemente. Las prótesis valvulares cardíacas se pueden escanear de forma segura. Las contraindicaciones relativas incluyen primer trimestre de embarazo y stents intravasculares colocados durante las últimas 6 semanas. Por lo general, los equipos ortopédicos internos y las prótesis son seguras de escanear, aunque los metales ferrosos pueden crear artefactos locales que pueden oscurecer los tejidos adyacentes. La severidad del artefacto metálico depende del tamaño del dispositivo, su orientación y el material. Por ejemplo, las prótesis de titanio generan mucho menos artefacto que las de acero inoxidable (figura 2-2). Algunos ajustes a los parámetros de escaneo pueden reducir, pero no eliminar el artefacto metálico. De hecho, las secuencias de imagen de desarrollo reciente han demostrado utilidad en la detección de resorción ósea periprotésica y masas de tejido blando. Las prótesis metálicas también se pueden calentar durante el examen, aunque esto es rara vez notado por el paciente y casi nunca requiere la finalización del

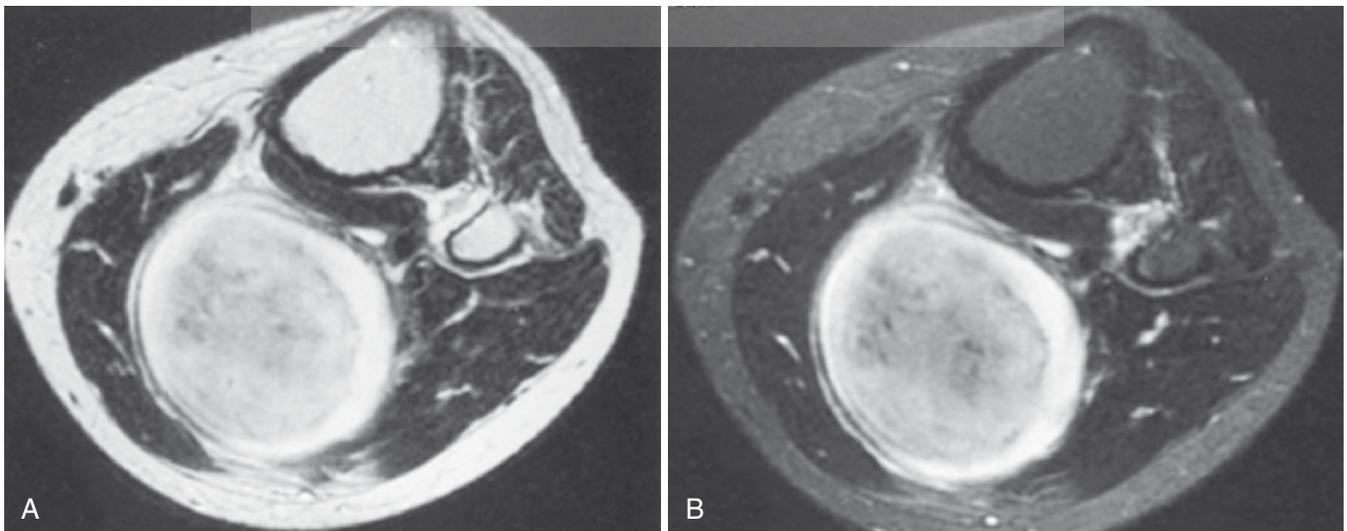


FIGURA 2-1 Técnica química de supresión de grasa. **A**, eco de espín rápido axial, imagen ponderada en T2 de gran masa de tejidos blandos en la pantorrilla. Mezclas grasas hiperintensas con márgenes de lesión anterior y posterior. **B**, la adición de supresión grasa permite una mejor delimitación de los márgenes tumorales.

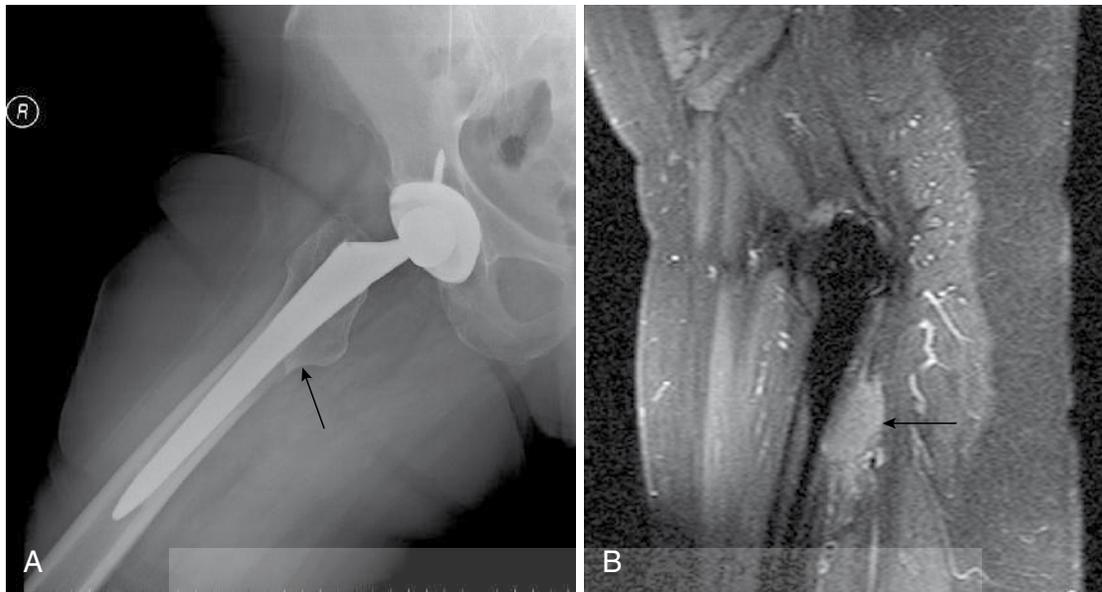


FIGURA 2-2 Imagen por resonancia magnética con material ortopédico en un paciente con enfermedad pulmonar metastásica. **A**, radiografía lateral del fémur proximal que muestra una lesión sutil en la corteza posterior adyacente al componente femoral de una prótesis de cadera total de titanio (flecha). **B**, imagen de inversión-recuperación con supresión grasa que muestra metástasis inmediatamente adyacente al material (flecha). Tenga en cuenta que el mínimo artefacto es generado por la vara de titanio.

estudio. Los pacientes con dispositivos de fijación externa metálica no se deben escanear. Si hay dudas con respecto a la compatibilidad de la MR con un dispositivo implantable (por ejemplo, estimulador de dolor, bomba de infusión), se debe consultar al fabricante.

PIE Y TOBILLO

Una de las regiones anatómicas más complejas en el cuerpo humano son el pie y el tobillo. La complejidad de las articulaciones del mediopié y retropié y la variedad de condiciones patológicas en los tendones y ligamentos dificultan la evaluación desde la perspectiva clínica e imagenológica. La mayoría de exámenes del pie y el tobillo se realizan para evaluar tendinopatías, desórdenes articulares y condiciones patológicas óseas, a menudo tras un trauma. La MRI puede ser de bastante ayuda cuando el examen está dirigido a resolver un problema específico, pero su valor como un estudio de tamizaje para dolor no específico es más limitado. Dado el pequeño tamaño de las estructuras que se van a examinar, una imagen óptima se logra con un magneto de alta intensidad de campo y el uso de una bobina de superficie, por lo general es obligatoria una bobina de extremidad. De manera ideal, la presentación clínica permite que el examen sea dirigido al antepié o tobillo/retropié. Esta división arbitraria permite un campo de visión lo suficientemente pequeño (10 a 12 cm) para generar imágenes de alta resolución. Las imágenes pueden prescribirse en planos oblicuos u ortogonales, con combinaciones de secuencias en T1, T2 y supresión de grasa. El examen se debe orientar para lograr una mejor definición del problema sospechado de forma clínica.

LESIONES TENDINOSAS

La MRI sobresale en la evaluación de condiciones patológicas en los numerosos tendones de la articulación del tobillo. Los afectados de forma más común son los tendones del calcáneo y los tibiales posteriores. En la tendinitis crónica, el tendón del calcáneo se engrosa y se vuelve ovalado o circular en una

sección transversal. El tendón patológicamente agrandado mantiene una baja señal en todas las secuencias. Cuando se desgarrar de forma parcial, el tendón demuestra engrosamiento focal o fusiforme con áreas interespaciadas de edema o hemorragia que brillan en las series ponderadas en T2 (figura 2-3). Con ruptura completa, hay una discontinuidad de las fibras del tendón. De forma similar, las anomalías en el tendón posterior tibial se pueden diagnosticar con confianza mediante una MRI. El incremento de fluido en la vaina del tendón indica tenosinovitis. Los tendones insuficientes o rotos se pueden ver engrosados, atenuados o incluso discontinuados (figura 2-4). De forma menos frecuente, se ven anomalías similares en los tendones flexores o los peroneos (figura 2-5). La división longitudinal del tendón peroneo por lo común se muestra bien en imágenes axiales de MRI (figura 2-6).

LESIONES LIGAMENTOSAS

Los ligamentos estabilizadores mediales y laterales de las articulaciones tibiotalar y talocalcánea y los ligamentos distales tibioperoneos son bien visualizados con un adecuado posicionamiento del pie. Aunque las lesiones ligamentosas alrededor del tobillo son comunes, la MRI tiene un papel limitado en la evaluación de lesiones agudas. En el escenario agudo, la MRI es de ayuda para detectar una lesión osteocondral asociada oculta. En pacientes con inestabilidad crónica, la MRI puede proporcionar información útil de la integridad del complejo de ligamentos laterales, ligamentos tibioperoneos y sindesmosis tibioperonea. Además, la MRI ha probado ser útil en la evaluación de los recesos laterales de la articulación del tobillo en pacientes con pinzamiento. Las regiones de fibrosis asociadas con pinzamiento anterolateral se identifican en el canal lateral cuando hay fluido presente en la articulación del tobillo.

LESIONES ÓSEAS

Como con el resto del esqueleto, la MRI es muy útil para la evaluación de patología ósea oculta en el pie y tobillo. La MRI es frecuentemente usada para la evaluación de pacientes con dolor en el talón, donde el diagnóstico diferencial incluye

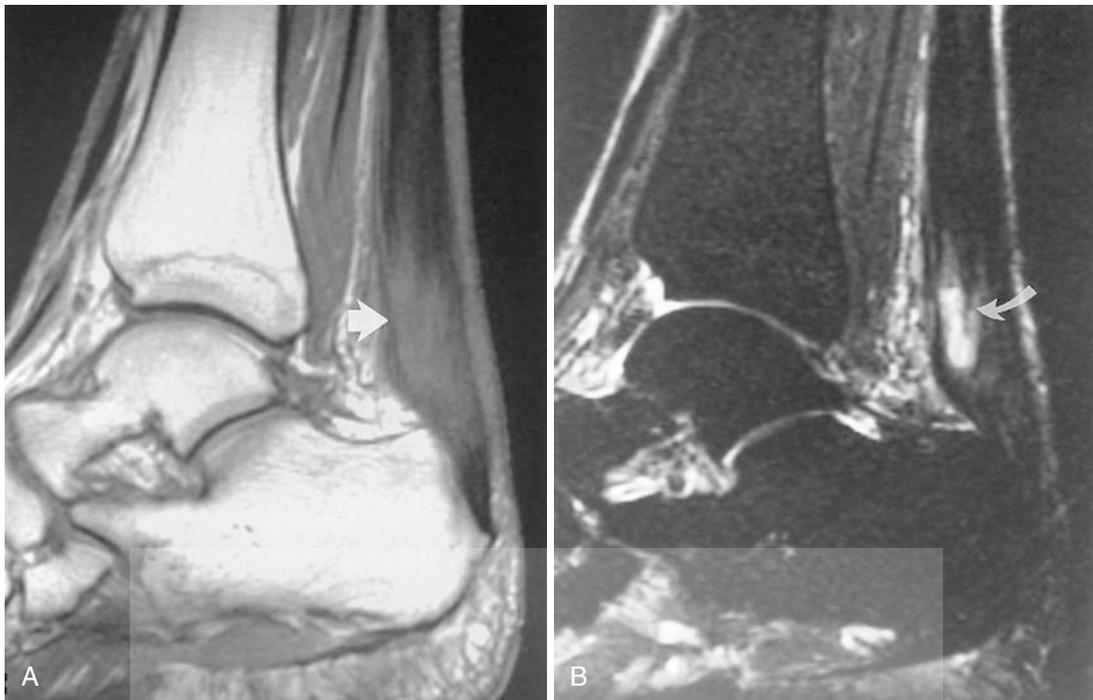


FIGURA 2-3 Desgarro parcial del tendón del calcáneo. **A**, imagen ponderada en T1 sagital demuestra marcado engrosamiento del tendón del calcáneo con áreas de señal intermedia (*flecha*). **B**, supresión grasa sagital, imagen ponderada en T2 exhibe fluido dentro de la sustancia del tendón, que indica desgarro parcial (*flecha*).

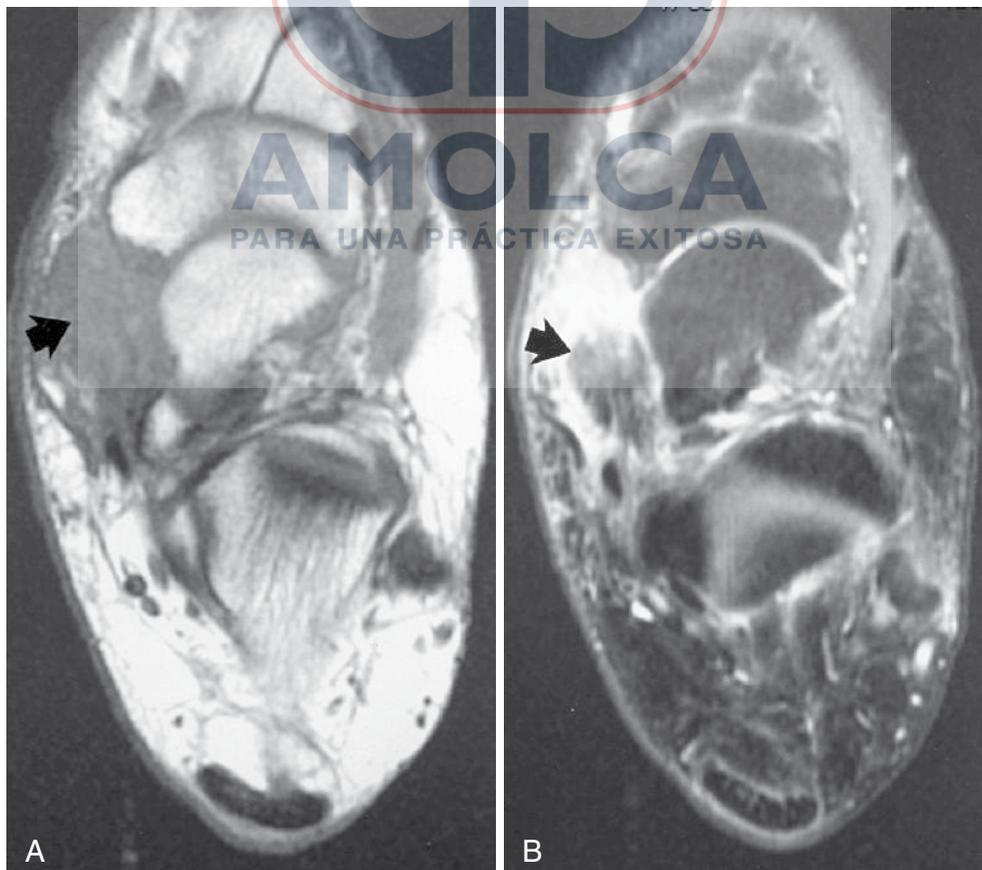


FIGURA 2-4 Desgarro del tendón tibial posterior. **A**, imagen ponderada en T1 axial revela región con edema y pobremente delimitada de señal de intensidad intermedia, la cual representa fluido y un tendón anormal (*flecha*). **B**, supresión grasa axial, imagen ponderada en T2 muestra engrosamiento del tendón (*flecha*) rodeado por fluido hiperintenso.

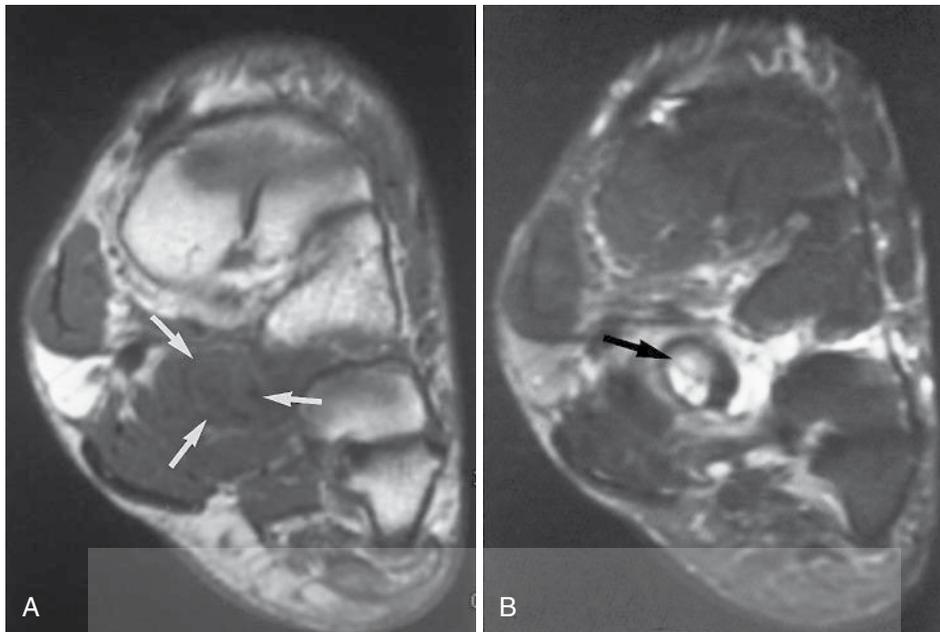


FIGURA 2-5 Ruptura del tendón peroneo largo. **A**, imagen ponderada en T1 coronal a través del mediopié muestra incremento del diámetro del tendón peroneo largo (flecha). **B**, supresión grasa coronal, imagen ponderada en T2 revela señal de fluido dentro del tendón roto (flecha).

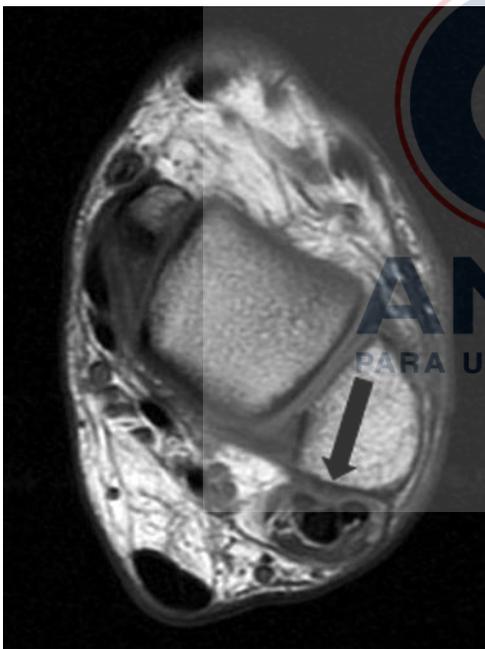


FIGURA 2-6 Desgarro longitudinal del tendón peroneo corto. Imagen ponderada en T1 axial al nivel de la articulación del tobillo muestra una división longitudinal del tendón peroneo corto (flecha) entre el maléolo lateral en el aspecto anterior y el tendón peroneo corto hacia posterior.

fracturas por estrés y fascitis plantar. Las fracturas por estrés se presentan como áreas de edema medular mucho antes que se presenten cambios radiográficos (figura 2-7). La MRI es tan sensible como la gammagrafía ósea mientras provee mayor detalle anatómico y especificidad. La capacidad multiplano de la MRI es útil en la evaluación de las articulaciones del tobillo y subtalar. Con una imagen de alta calidad, la excelente caracterización de las lesiones osteocondrales del astrágalo permite

la planeación quirúrgica. Hepple et al., desarrollaron una clasificación de las lesiones osteocondrales del astrágalo basadas en su apariencia en la MRI. La estabilidad de la lesión puede ser inferida mediante la inspección del cartílago articular suprayacente y la interface ósea subyacente (figura 2-8). La CT juega un papel complementario de la MRI si se sospecha de avulsiones óseas o calcificaciones intraarticulares diminutas. Otros procesos patológicos de la médula se pueden evaluar también como osteonecrosis y tumores.

OTROS TRASTORNOS DEL PIE Y EL TOBILLO

La MRI se ha convertido en una herramienta útil en la evaluación de la patología del antepié. Los estudios pueden diseñarse específicamente para evaluar los metatarsianos, las falanges y las articulaciones adyacentes. Las imágenes enfocadas de las articulaciones metatarsofalángicas pueden detectar patología sesamoidea y lesiones de la placa plantar. La MRI es una herramienta fundamental en la evaluación del paciente con un tumor de tejidos blandos o hueso. La excelente información anatómica multiplano provista por la MRI permite la detección y definición de masas en el pie. El neuroma interdigital o de Morton es el encontrado de forma más común en el espacio distal del tercer metatarsiano. A diferencia de otros tumores, esta lesión carece de incremento de señal en las series ponderadas en T2. Otra masa común en el pie, es el fibroma plantar o fibromatosis plantar, que de forma usual se confirma de forma sencilla por la presencia de una masa de pobre señal que surge de la fascia plantar. La evaluación con MRI de otras neoplasias se discute más adelante en este capítulo.

La MRI es también una modalidad valiosa de imagen en la evaluación de pacientes con sospecha de infección ósea o de tejidos blandos. Dada la excelente representación de la médula ósea, la osteomielitis se puede detectar de forma temprana, hasta 7 a 10 días antes que las anomalías radiográficas sean visibles (figura 2-9). La información anatómica provista por la MRI puede contribuir en la planificación quirúrgica mediante la definición de la extensión de la enfermedad.



FIGURA 2-7 Fractura por estrés en el calcáneo. **A**, imagen sagital ponderada en T2 con supresión grasa a través del retropié muestra edema medular hiperintenso en la tuberosidad del calcáneo. **B**, imagen sagital ponderada en T1 en el mismo lugar muestra claramente una línea de fractura hipointensa lineal (*flecha*).

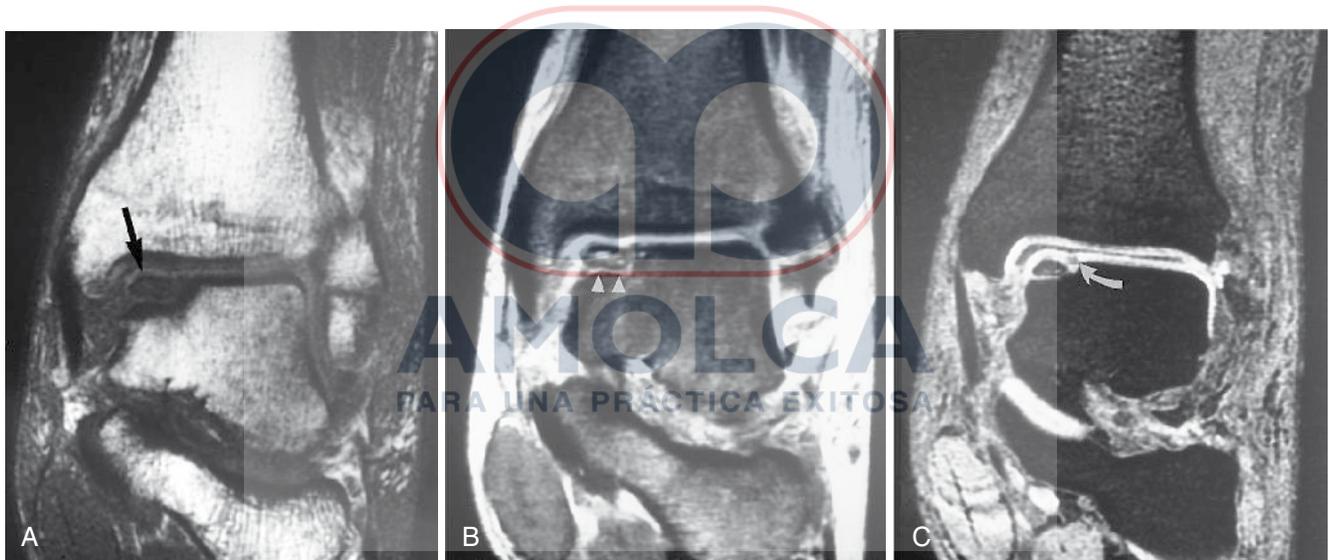


FIGURA 2-8 Osteocondritis disecante del astrágalo en un jugador de fútbol universitario. **A**, imagen coronal ponderada en T1 muestra un fragmento osteocondral en la cúpula medial del astrágalo. La pérdida de señal de grasa sugiere esclerosis o fibrosis (*flecha*). **B**, imagen coronal ponderada en T2 con supresión grasa muestra una señal del líquido entre la lesión y el hueso del huésped (*puntas de flecha*), lo que indica un fragmento inestable. **C**, grasa coronal suprimida, técnica eco de gradiente alterada revela una señal disminuida anormal (*flecha*) en el cartílago articular superpuesto, lo que indica un defecto confirmado por artroscopia.

Algunas secuencias de supresión grasa son tan sensibles que el edema reactivo de la médula (osteítis) puede verse incluso antes que la osteomielitis franca. Aunque la sensibilidad de la MRI para osteomielitis se aproxima al 100%, la especificidad reportada es menor. Algunos autores han sugerido confiar en el reemplazo de la médula en T1 en lugar de la anomalía en la señal en T2 (edema), para aumentar la especificidad. En pacientes neuropáticos, la especificidad de la anomalía de la señal de la MR está reducida; por eso, el actual estudio de osteomielitis en pie diabético por lo general involucra gammagrafía, MRI, información de laboratorio y en especial el examen físico. En casi todos los casos de osteomielitis del pie, el compromiso

óseo es secundario a la diseminación de la infección de los tejidos blandos adyacentes y la ulceración. Por el contrario, la presencia de anomalías en la señal de la médula ósea en ausencia de lesiones de tejidos blandos a nivel regional, favorece fuertemente una enfermedad neuropática en lugar de la osteomielitis. Para la evaluación de infección de tejidos blandos adyacente, la MRI es el estudio de elección. La adición de secuencias realizadas por contraste es útil para definir colecciones de fluido/abscesos y tejido no vascularizado o gangrenoso que no resalta con el contraste. Aunque el pie diabético puede ser un desafío diagnóstico, la señal de médula normal en una MRI excluye con seguridad la osteomielitis.

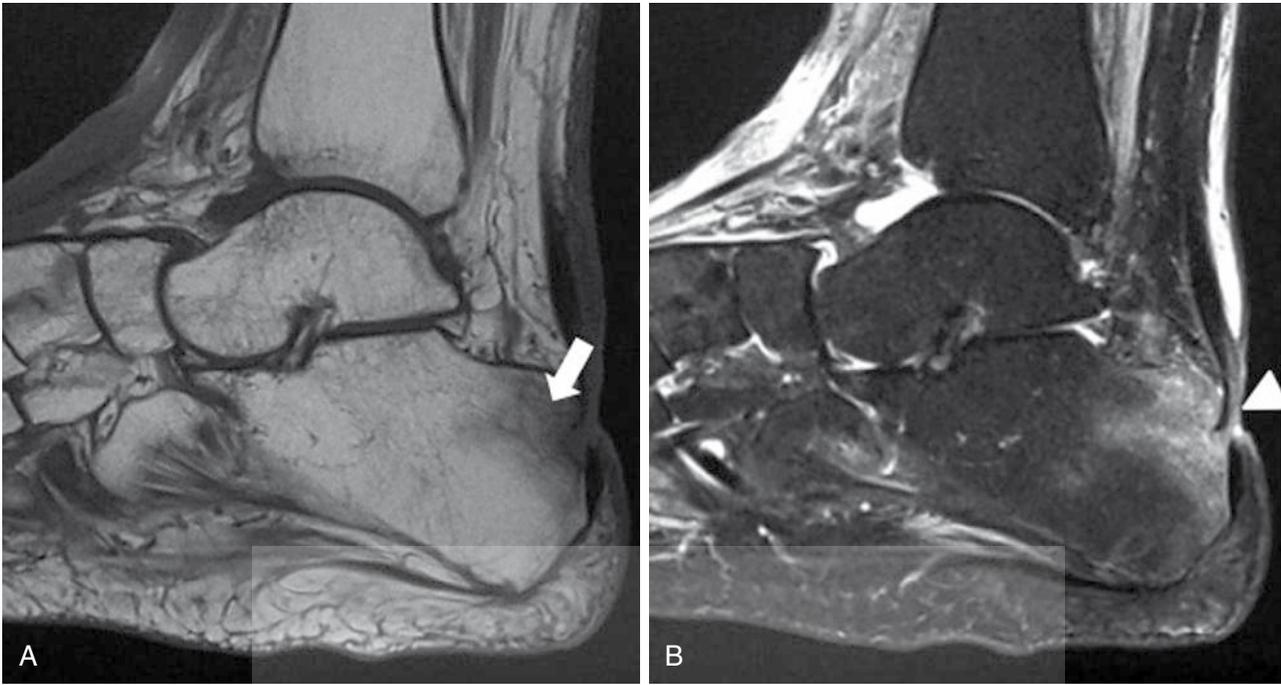


FIGURA 2-9 Osteomielitis de calcáneo. **A**, imagen sagital ponderada en T1 muestra una señal anormal hipointensa de la médula en todo el calcáneo posterior (*flecha*). **B**, imagen sagital ponderada en T2 con supresión grasa muestra edema medular subcortical compatible con osteomielitis (*flecha*). Observe la úlcera suprayacente de tejido blando (*punta de flecha*).

RODILLA

La rodilla es la región del esqueleto apendicular estudiada de forma más frecuente. Las bobinas estándar de extremidad permiten imágenes de alta resolución de las lesiones más comunes de estructuras internas de la articulación. El examen de rutina con MRI de la rodilla consiste en secuencia de eco de espín obtenidas en el plano sagital, coronal y de forma usual axial. La mayoría de los examinadores prefieren evaluar los meniscos en las imágenes sagitales de densidad de protones (espín). Las imágenes sagitales son prescritas en un plano paralelo en el curso del ligamento cruzado anterior, aproximadamente con una rotación interna de 15 grados al verdadero plano sagital. Las imágenes coronales son útiles en la evaluación de las estructuras de soporte medial y lateral. La articulación patelo-femoral se estudia mejor en el plano axial.

CONDICIONES PATOLÓGICAS DEL MENISCO

Un gran porcentaje de dolor o limitación de la rodilla es causado por condiciones patológicas del menisco. Los meniscos están compuestos por fibrocartilago y aparecen como estructuras de baja señal en todas las secuencias de pulso. Los meniscos se estudian mejor en los planos coronal y sagital. En las imágenes sagitales, los meniscos aparecen como triángulos oscuros en la porción central de la articulación y asumen una configuración de “corbata de moño”, en la periferia de la articulación. Las regiones de incremento de señal se pueden ver de manera regular dentro de la oscuridad normal del fibrocartilago del menisco. Las áreas de señal anormal hiperintensa pueden o no comunicarse con la superficie articular meniscal. Los cambios de señal no comunicantes corresponden a las áreas de degeneración mucoide que no son visibles en la artroscopia. A la inversa, las anomalías que se extienden a la superficie articular meniscal representan

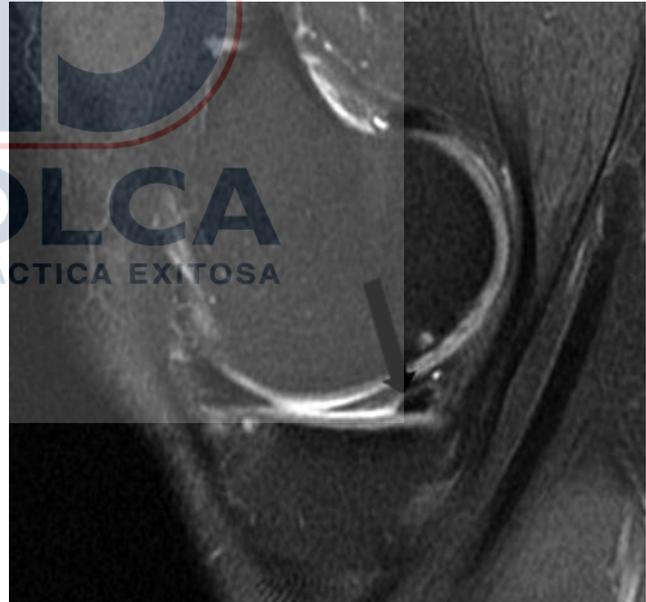


FIGURA 2-10 Desgarro meniscal. La imagen sagital ponderada de densidad de protones con supresión grasa muestra un aumento lineal de la señal que atraviesa del cuerno posterior del menisco medial, lo que indica un desgarro oblicuo horizontal (*flecha*).

desgarros (figuras 2-10 a 2-12). Aunque se ha sugerido que la señal no comunicante o los cambios mucoides progresan a desgarros meniscales, la evaluación de seguimiento no ha confirmado esta progresión. Por lo habitual, las anomalías de señal comunicante que son vistas solo en una imagen no se deben considerar desgarros, a menos que haya una alteración anatómica meniscal asociada. Los desgarros meniscales



FIGURA 2-11 Desgarro meniscal. La imagen sagital de densidad ponderada de protones revela un pequeño defecto en el borde libre del cuerpo del menisco lateral, lo que indica un desgarro radial (flecha).



FIGURA 2-12 Quiste meniscal. La imagen sagital de la rodilla con supresión grasa y densidad ponderada de protones muestra un quiste meniscal hiperintenso (flecha recta), adyacente al menisco interno. El desgarro asociado está presente en la superficie articular inferior del menisco (flecha curva).

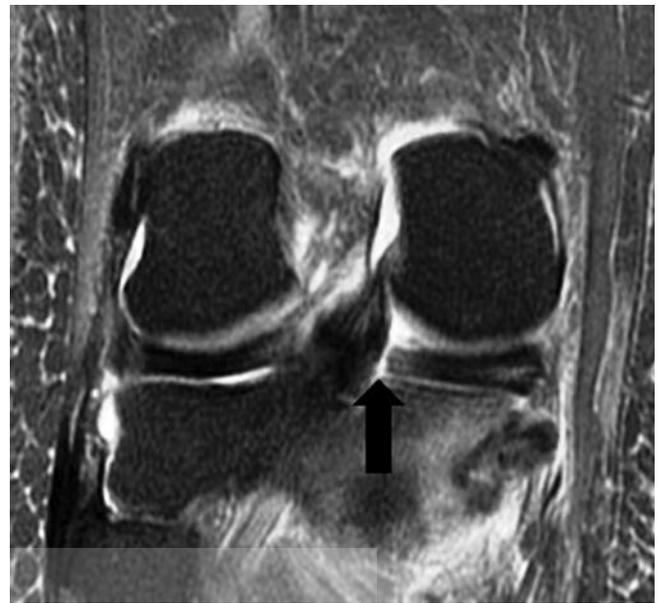


FIGURA 2-13 Desgarro del ligamento de la raíz del cuerno posterior del menisco medial. La imagen coronal ponderada en densidad protónica con supresión grasa demuestra un defecto lleno de líquido (flecha) en el cuerno posterior del menisco medial al ligamento de la raíz.

deben ser definidos según su localización (cuerno anterior, cuerpo, cuerno posterior, borde libre o periferia) y la orientación (horizontal, vertical/longitudinal, radial, compleja). Siendo relativamente comunes y de forma particular debilitantes en pacientes de edad avanzada, los desgarros radiales del cuerno posterior o de la raíz posterior del menisco interno se ven mejor en las imágenes coronales posteriores (figura 2-13). Estas lesiones de raíz permiten el desplazamiento meniscal y se asocian de forma común con estrés subcondral o fracturas por insuficiencia del compartimiento medio. Las complicaciones de los desgarros, como el desplazamiento de fragmentos (desgarro en asa de cubo, desplazamiento inferior del fragmento medial) deben ser sospechadas cuando la porción ortotópica del menisco es pequeña o está truncada. Un examen cuidadoso de la articulación, comúnmente en el plano coronal, revelará el desplazado fragmento meniscal hipointenso (figuras 2-14 y 2-15). La sensibilidad y especificidad de la MRI en la detección de desgarros meniscales de forma rutinaria excede el 90%.

Los estudios han demostrado que muchos de los factores que afectan la exactitud de la MRI con respecto a la evaluación meniscal, incluyen la experiencia del radiólogo que interpreta el estudio, así como el ortopedista que realiza la artroscopia de correlación. Existen muchos obstáculos en la interpretación. Cuando se estudia la porción central del menisco, el ligamento meniscomfemorales y el ligamento meniscal transversos pueden crear problemas. El reconocimiento del hiato para el tendón poplíteo previene el falso diagnóstico de desgarros del cuerno posterior del menisco externo. La separación meniscocapsular es, por lo general, difícil de detectar en ausencia de un total desprendimiento que resulta en un menisco libre flotante. Los pacientes mayores por lo normal presentan un gran incremento en la señal intrameniscal que se puede confundir con un desgarro. La especificidad de la MRI para desgarros meniscales está reducida en aquellos que han tenido cirugía meniscal previa. Pese a ello, la mayoría de examinadores continúan con confianza en la MRI en estos pacientes, con especial precaución

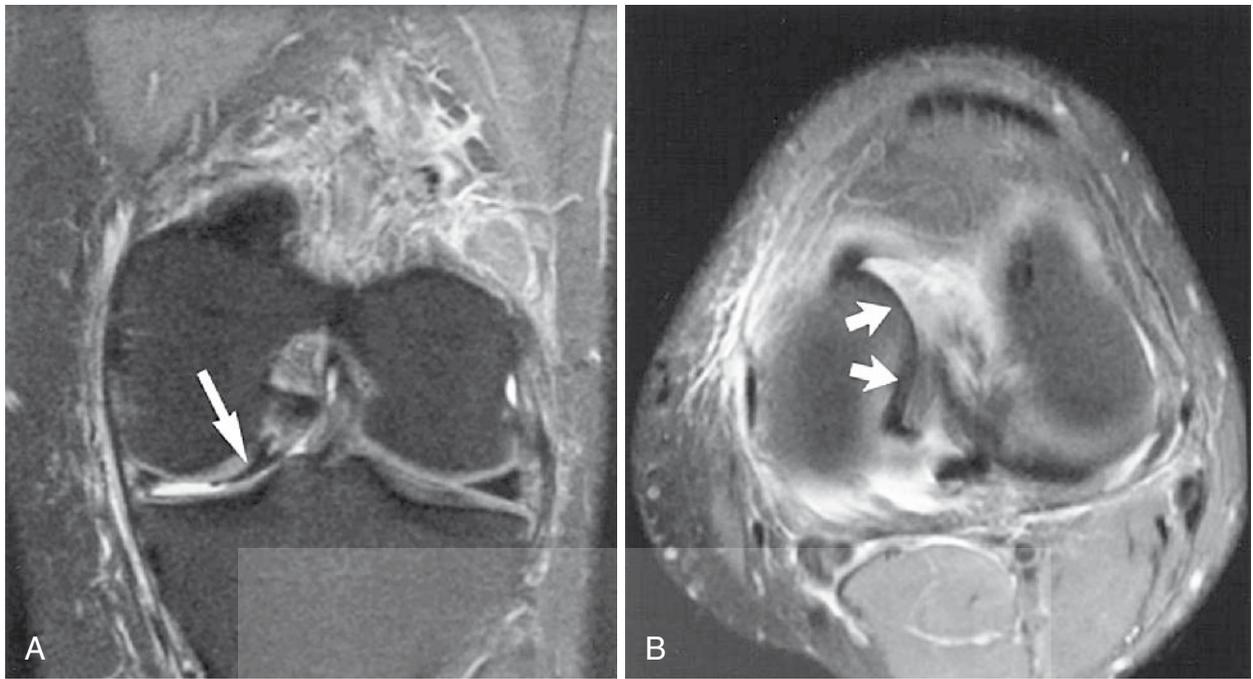


FIGURA 2-14 Desgarro en asa de cubo del menisco medial. Las imágenes coronal (A) y axial (B) con ponderación de densidad de protones y supresión grasa, muestran la porción desplazada hacia central del menisco medial (flechas).

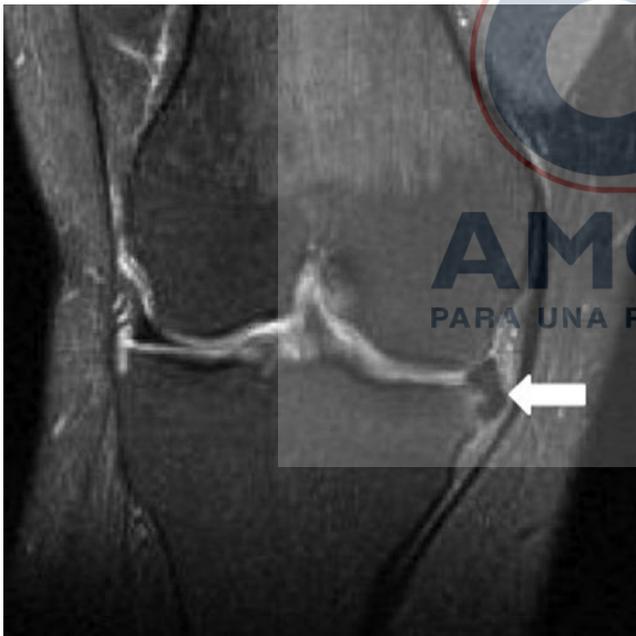


FIGURA 2-15 Fragmento meniscal medial desplazado hacia inferior. La imagen ponderada en densidad de protones con supresión grasa muestra una parte del menisco medial desplazado inferiormente y profundo al ligamento colateral medial (flecha).

con los meniscos que tienen mayores grados de resección quirúrgica. Tener el conocimiento de cualquier antecedente de desbridamiento o reparación meniscal previa puede afectar la interpretación del examen y esta historia se le debe proporcionar al médico que interpretara el estudio. Si es posible, la correlación de la evaluación posoperatoria con las imágenes de MR preoperatorias son bastante útiles en la identificación de un nuevo desgarro. Rara vez, la inyección intraarticular de

gadolinio (artrografía MR) puede ayudar a diferenciar desgarros sanados o reparados de lesiones nuevas.

Otras anomalías morfológicas del menisco y estructuras adyacentes son mostradas de forma correcta en la MRI. Un menisco anormalmente grueso o plano discoide es visto de manera común en el lateral. Aunque la visualización de “corbata de moño” en el menisco externo en el plano sagital en más de 3 imágenes adyacentes indica un menisco discoide, la sección transversal anormal por lo general es bastante evidente en las imágenes coronales (figura 2-16). Los quistes meniscales, los cuales de manera usual se asocian a desgarros meniscales adyacentes, pueden ser vistos de manera sencilla como una discreta colección de fluido hiperintensa en T2 de localización medial o lateral (figura 2-12).

LESIONES DEL LIGAMENTO CRUZADO

La MRI es el único medio no invasivo de visualizar los ligamentos cruzados. Como se describió con anterioridad, la imagen en el plano sagital de la rodilla es prescrita para aproximarse al plano del ligamento cruzado anterior (ACL por sus siglas en inglés). El ACL normal aparece como una banda lineal de fibras hipointensas intercaladas con áreas de señal intermedia. El ACL va desde su inserción femoral en el cóndilo lateral en la extensión posterior de la escotadura intercondílea al aspecto anterior de la eminencia tibial. Las imágenes de alta resolución a menudo definirán discretas bandas anteromediales y posterolaterales. En las imágenes sagitales, la orientación del ACL normal es paralelo al techo de la escotadura intercondílea. Los signos confiables de ruptura del ACL incluyen un curso horizontal anormal, una apariencia ondulada o irregular o brechas llenas de líquido en un ligamento discontinuo (figura 2-17). Los desgarros crónicos se pueden revelar como engrosamientos ligamentosos sin edema o de manera frecuente, con atrofia completa. Los signos severos secundarios de ruptura del ACL existen. En lesiones agudas, las contusiones óseas son manifestadas como regiones de edema en la médula subcondral, de forma regular en el compartimiento lateral. El

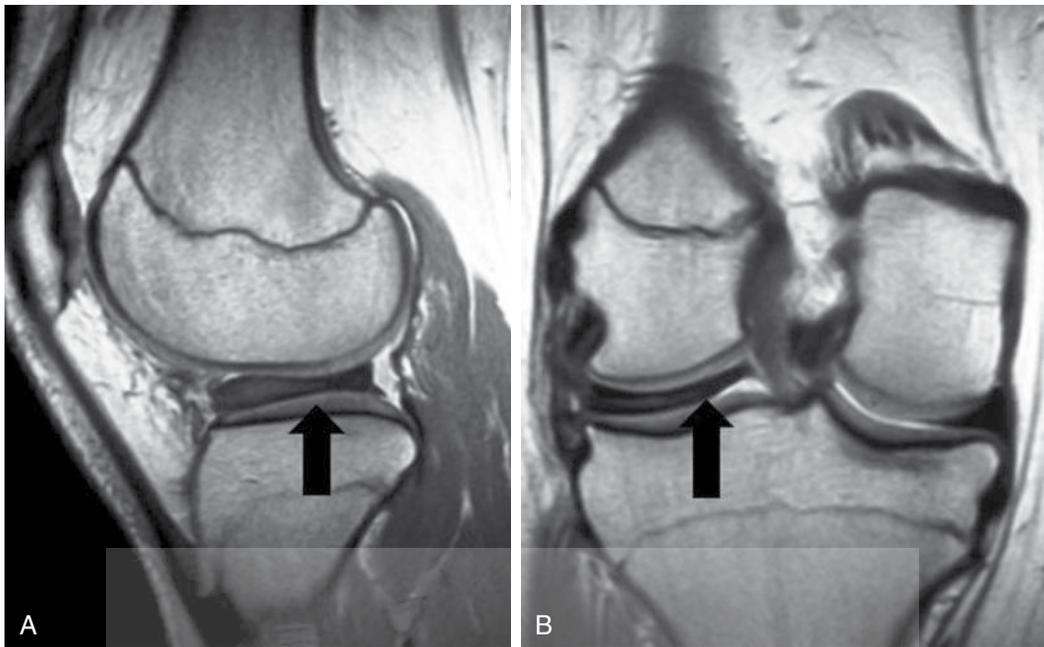


FIGURA 2-16 Menisco discoide en un niño de 3 años. **A**, imagen sagital de densidad protónica revela un menisco lateral anormal grueso (*flecha*). **B**, imagen coronal ponderada de densidad de protones, con supresión grasa, demuestra la extensión del menisco discoide centralmente (*flecha*), hacia la porción que soporta el peso del compartimento lateral.

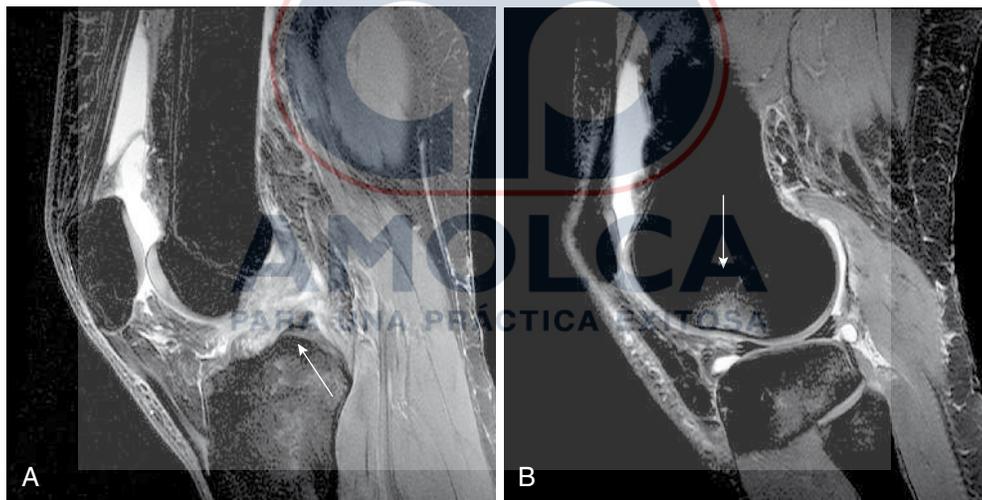


FIGURA 2-17 Desgarro agudo del ligamento cruzado anterior. **A**, imagen convencional sagital ponderada por densidad de protones muestra una orientación anormal y más horizontal de la porción distal del ligamento cruzado anterior rasgado (*flechas*). **B**, imagen ponderada en T2 en la misma ubicación muestra fluido en el sitio de la inserción femoral avulsionada (*flecha*).

cartilago articular sobrepuesto se debe inspeccionar de cerca en busca de signos de lesión. Estas contusiones óseas por lo usual se resuelven dentro de las primeras 6 a 12 semanas tras la lesión. En las translocaciones anteriores de la tibia con respecto al fémur, el equivalente en MRI al signo del cajón, es bastante específico para desgarros agudos o crónicos. La ondulación o “buckling” del ligamento cruzado posterior comúnmente está presente, pero este signo es más subjetivo. Aunque de forma regular es mejor evaluado en el plano sagital, el ACL se puede ver en los planos coronal y axial. En grandes series correlacionadas con datos artroscópicos, la MRI ha alcanzado una tasa de precisión del 95% en la evaluación de condiciones patológicas del ACL. Por desgracia, como es frecuente en el caso del examen físico, la distinción

imagenológica entre un desgarro parcial y completo del ACL es más difícil. Inclusive cuando el diagnóstico de un desgarro del ACL es seguro desde la perspectiva clínica, la MRI es valiosa en la evaluación de desgarros de meniscos y ligamentos y lesiones de esquinas posterolaterales asociadas. La MRI puede representar con precisión el ACL reconstruido dentro de la escotadura intercondílea y definir la posición de túneles intraóseos. Un injerto redundante o ausencia del injerto en la MRI sugiere falla del injerto. Dado que el proceso normal de revascularización puede resultar en un incremento de la señal dentro y alrededor del injerto, cambios edematosos en el período posoperatorio temprano deben ser interpretados con cautela.



FIGURA 2-18 Desgarro del ligamento cruzado posterior. La imagen sagital ponderada en densidad de protones con supresión grasa muestra una señal aumentada anormal (*flecha*), dentro de las fibras desorganizadas del ligamento cruzado posterior distal.



FIGURA 2-20 Quiste de la fosa poplítea. La imagen ponderada axial de densidad de protones muestra fluido hiperintenso que se extiende desde la articulación de la rodilla a la fosa poplítea entre el tendón semimembranoso (*flecha recta*) y tendón gastrocnemio medial (*flecha curva*).



FIGURA 2-19 Desgarro del ligamento colateral medial. La alteración completa del ligamento colateral medial proximal (*flecha*), se demuestra en la imagen coronal ponderada en densidad de protones con supresión grasa; esta apariencia sugiere lesión del ligamento colateral medial grado 3.

En extensión, el ligamento cruzado posterior es una banda discretamente curva de tejido fibroso, que aparece como una estructura homogénea hipointensa de grosor uniforme en las series sagitales de MRI. La discontinuidad del ligamento o señal de fluido dentro de su estructura indica un desgarro (figura 2-18). En el plano de imagen coronal, el ligamento colateral medial (MCL por sus siglas en inglés) aparece como

una delgada banda oscura de tejido cercana a la periferia del menisco medio. Las lesiones menores resultan en edema, sin otras alteraciones. Los desgarros severos o rupturas causan engrosamiento del ligamento o discontinuidad franca (figura 2-19). Aunque los grados leves de lesión se correlacionan muy bien con los hallazgos de la MRI, la imagen es menos precisa en la evaluación de lesiones más severas. Las lesiones de las estructuras del soporte lateral, lo que incluye el ligamento colateral lateral, la banda iliotibial, el bíceps femoral y el tendón poplíteo, también son representadas en la MRI.

OTROS PROBLEMAS DE RODILLA

Las lesiones severas del mecanismo extensor de la rodilla son por lo general clínicamente evidentes, pero cuando se sospechan desgarros parciales del tendón rotuliano o del cuádriceps, la MRI puede confirmar el diagnóstico. Una discontinuidad de las fibras tendinosas y fluido en un espacio entre el tendón se observa en desgarros completos. Los desgarros incompletos muestran engrosamiento del tendón con edema intercalado. Con frecuencia, la tendinitis demuestra un tendón engrosado, aunque se mantiene una señal baja. En el aspecto posterior, los quistes poplíteos, o de Baker, se evidencian en el aspecto medial de la fosa poplítea. Estos quistes se pueden romper en dirección distal hacia la pantorrilla, lo que simula una tromboflebitis. En esta situación, la MRI va a demostrar la disección de fluido inferiormente a lo largo del vientre del músculo gastrocnemio medial. Se debe tener precaución cuando se evalúan en las series ponderadas en T2 las estructuras hiperintensas de la fosa poplítea, dado que otras lesiones, como aneurismas de la arteria poplítea y tumores, son comunes en esta localización. La demostración del cuello del quiste poplíteo y su comunicación con la articulación entre el gastrocnemio medial y el

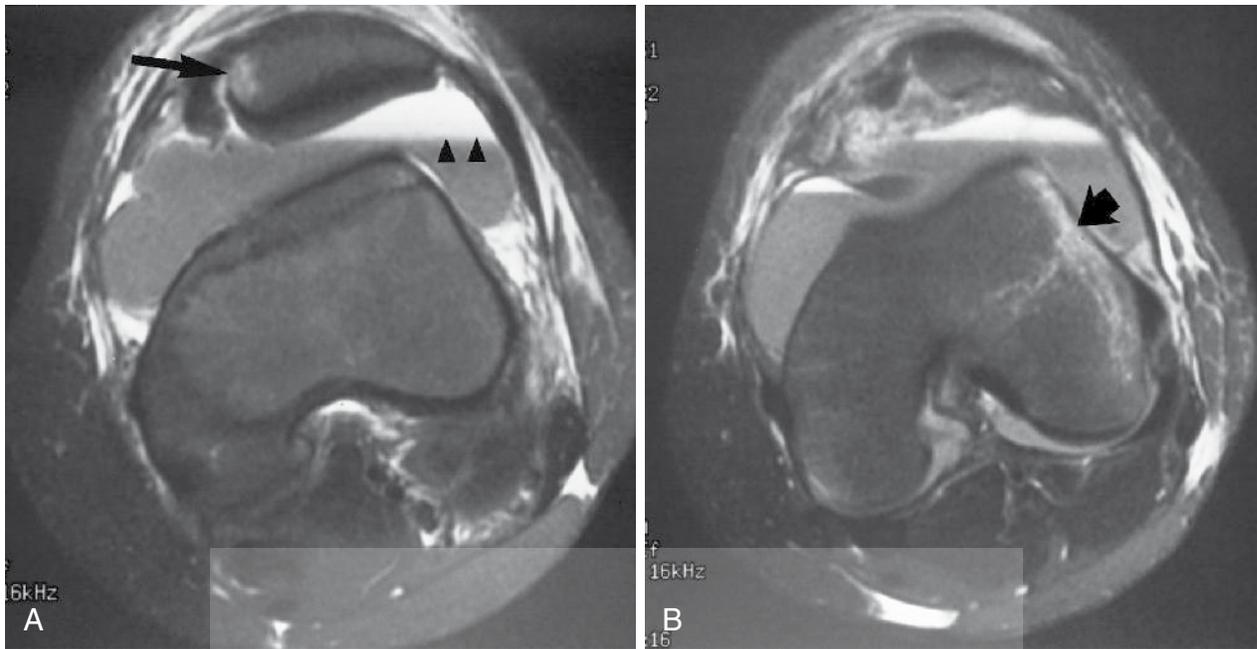


FIGURA 2-21 Luxación patelar. **A** y **B**, imágenes axiales ponderadas de densidad de protones con supresión grasa, a través de la articulación patelofemoral, muestran las regiones de incremento de señal, que representa el edema de la médula debajo de la faceta medial de la patela (*flecha larga*), y en la cara lateral del cóndilo femoral lateral (*flecha gruesa*). Este patrón de contusión ósea indica una luxación rotuliana lateral reciente. Evidencie el nivel de hematocrito en el derrame articular (*puntas de flecha*).

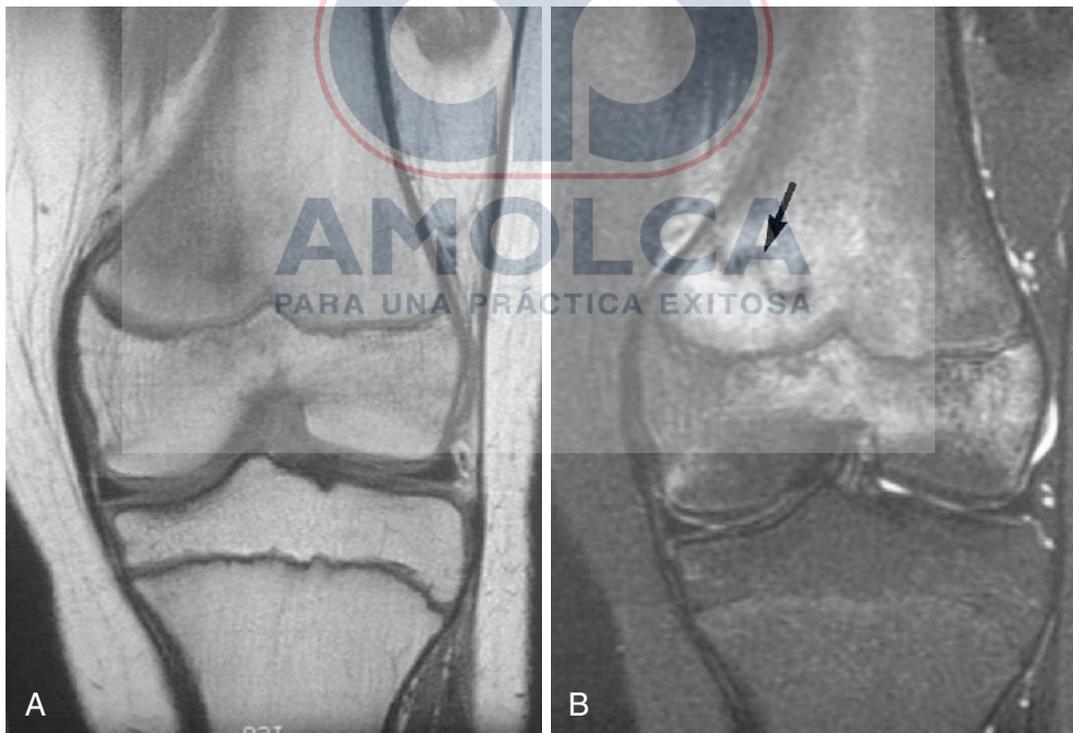


FIGURA 2-22 Fractura oculta Salter II del fémur distal en un niño de 14 años. **A**, imagen coronal ponderada en T1 revela una señal reducida mal definida en la metafisis femoral distal medial. **B**, imagen ponderada en T2 con supresión grasa muestra una fractura hipointensa irregular (*flecha*), rodeada de edema medular hiperintenso. El edema continúa a lo largo de la fisis lateral, lo que indica la extensión de la fractura.

tendón semimembranoso evitarán posibles diagnósticos erróneos (figura 2-20).

Otros problemas potenciales de la rodilla para los cuales la MRI es muy adecuada incluyen osteonecrosis, condiciones patológicas sinoviales, contusiones óseas (figura 2-21) y

fracturas ocultas (figura 2-22). La MRI coronal y sagital directa es útil en la evaluación de complicaciones de lesiones fisarias en niños (figura 2-23), y para demostrar osteocondritis disecante. Las series ponderadas en T2 o el eco de gradiente pueden mostrar fluido alrededor de fragmentos osteocondrales



FIGURA 2-23 Barra fisaria en un niño de 12 años. La imagen sagital con eco de gradiente de la rodilla muestra la interrupción de la extensión posterior de la fisis femoral distal (flecha). El puente óseo resultó en la angulación posterior de la superficie articular del fémur distal. El cartílago articular y fisario muestra una señal aumentada con la mayoría de las técnicas de eco de gradiente.



FIGURA 2-24 Osteocondritis disecante. La imagen coronal con supresión de grasa ponderada de densidad de protones de la rodilla muestra una señal de fluido hiperintensa (flecha) que rodea un fragmento osteocondral inestable.

inestables. También, la MRI es útil en determinar la integridad del cartílago sobrepuesto (figura 2-24). La secuencia de densidad protónica con supresión de grasa se usa con mayor frecuencia en la evaluación del cartílago hialino en el examen

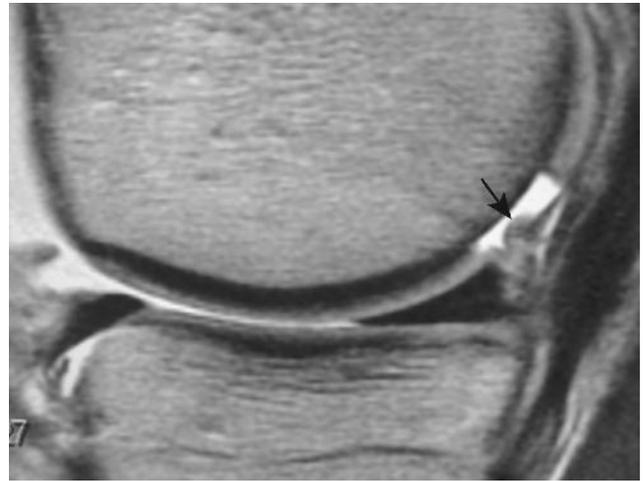


FIGURA 2-25 Lesión condral. La imagen sagital de la rodilla con supresión de grasa ponderada de densidad de protones revela un pequeño defecto bien definido de espesor total lleno de líquido en el cartílago articular del cóndilo femoral posteromedial (flecha).

rutinario de rodilla. Las secuencias supresoras de grasa, rápidas de eco de espín, densidad de protones o eco de gradiente obtenidas con técnica volumétrica son útiles en la evaluación del cartílago articular en la rodilla y muchas otras articulaciones (figuras 2-8, 2-24 y 2-25). Los cuerpos sueltos se ven mejor con la presencia de efusión articular con radiografías convencionales como referencia. Las técnicas de imagen especializadas en cartílago como el mapeo T2 y las imágenes por resonancia magnética del cartílago mejoradas con gadolinio (D-GEMRIC por sus siglas en inglés) requieren un tiempo adicional de escaneo o inyección de contraste y por lo general se reservan para casos clínicamente difíciles.

CADERA

La MRI es una herramienta en extremo útil en la evaluación de la cadera y la pelvis. Con la capacidad sin igual de imagen de la médula en el fémur proximal, la MRI puede detectar un amplio espectro de condiciones patológicas de la cadera. Cuando se evalúan pacientes para condiciones que pueden ser bilaterales, como las osteonecrosis, o condiciones que pueden comprometer el sacro o las articulaciones sacroilíacas, el examen debe incluir ambas caderas y la pelvis completa. Una bobina de superficie como de torso o una bobina de envoltura grande con diseño Phased-Array combinan la señal mejorada de imágenes de alta resolución con la cobertura de un amplio campo. Para pacientes con la sospecha de condiciones unilaterales, como fractura femoral por estrés, sospecha de trauma oculto o lesiones del labrum, se prefiere un estudio unilateral con campo de visión más pequeño, y las bobinas de superficie son indispensables. Las secuencias de eco de espín son de manera común realizadas en planos axiales y coronales. Las imágenes sagitales son bastante útiles cuando se investiga osteonecrosis.

OSTEONECROSIS

Una de las indicaciones más frecuentes para la imagen de cadera es la evaluación de osteonecrosis, dado que se desea un diagnóstico temprano sin importar la consideración de tratamiento quirúrgico o no quirúrgico. Aunque las radiografías iniciales son de manera regular normales, la gammagrafía o la MRI van a confirmar el diagnóstico. De las dos técnicas, la

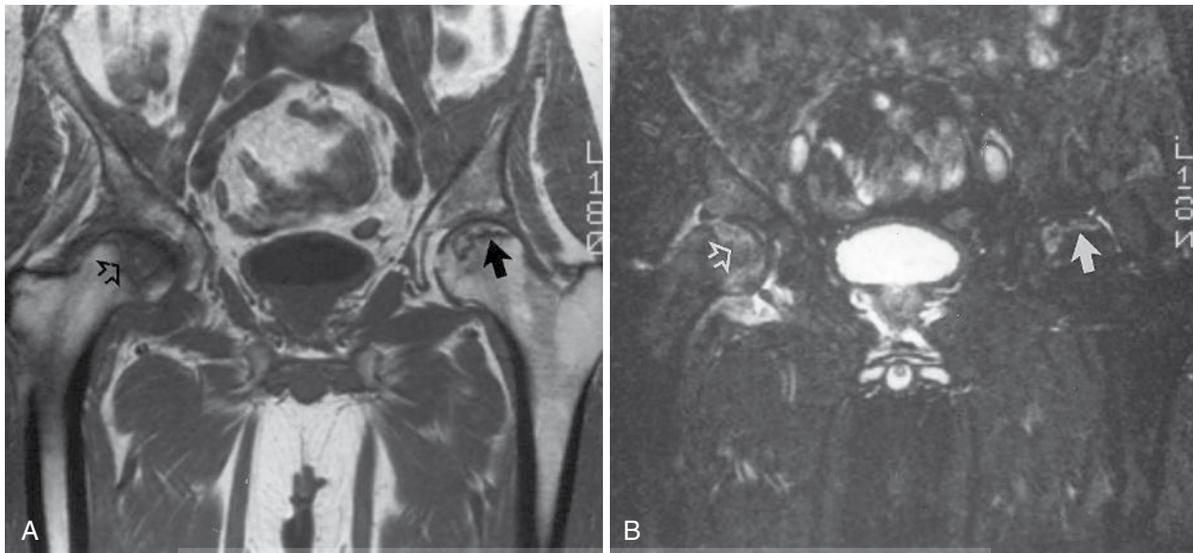


FIGURA 2-26 Osteonecrosis bilateral de la cabeza femoral inducida por corticosteroides. **A** y **B**, imágenes coronales ponderadas en T1 y la inversión-recuperación a través de ambas caderas revelan el foco geográfico del reemplazo de médula en el aspecto de carga de peso de la cabeza femoral izquierda, lo que indica osteonecrosis (*flechas sólidas*). Se observa una enfermedad más avanzada en la cabeza femoral derecha con colapso de la superficie articular, edema medular adyacente (*flechas abiertas*) y derrame.



FIGURA 2-27 Osteoporosis transitoria de la cadera en un hombre de 30 años. **A**, imagen coronal ponderada en T1 revela una disminución de la intensidad de señal dentro de la cabeza y el cuello femoral derecho. **B**, la secuencia coronal de inversión-recuperación demostró edema hiperintenso de la médula ósea en un patrón más difuso que el observado en la osteonecrosis.

MRI es la más sensible en la detección de osteonecrosis temprana y al delinear la extensión de la necrosis medular. El porcentaje de compromiso de la corteza de carga de la cabeza femoral se define por MRI, así como la presencia de edema medular perilesional y efusión articular, los cuales pueden ser útiles en la predicción del pronóstico y el valor de una intervención quirúrgica. En las series ponderadas en T1, la apariencia clásica de osteonecrosis en la MRI es una región geográfica con señal medular anormal dentro de la grasa normalmente brillante de la cabeza femoral (figura 2-26). Esta área de señal anormal, con frecuencia circunscrita por una banda de señal baja, representa el hueso isquémico. Las series ponderadas en T2 revelan un margen de señal brillante y la apariencia resultante se ha denominado signo de la “doble línea”. Este signo es esencial en el diagnóstico de osteonecrosis. Con aparición inicial en la médula anterosuperior subcondral, el área central

de hueso necrótico puede demostrar varios patrones del signo a lo largo del curso de la enfermedad, esto depende del grado de hemorragia, grasa, edema o fibrosis. Las fracturas subcondrales, colapso de las superficies articulares, pérdida de cartílago, edema medular reactivo y efusión se ven en casos más avanzados de osteonecrosis.

OSTEOPOROSIS TRANSITORIA

Una segunda condición que se logra demostrar bien con MRI es la osteoporosis transitoria de la cadera. Este proceso unilateral, en un inicio descrito en mujeres embarazadas durante el tercer trimestre, es visto de forma más común en hombres de edad media. La osteoporosis transitoria es un proceso autolimitado de etiología incierta, aunque se han propuesto etiologías relacionadas con isquemia, hormonas o estrés. Muchos pacientes presentan un posterior compromiso de las



FIGURA 2-28 Fractura del cuello femoral radiográficamente oculta en una mujer de edad avanzada. **A**, una disrupción cortical cuestionable se observa en la radiografía de la cadera izquierda obtenida después de la caída. **B**, imagen coronal ponderada en T1 confirma una fractura del trocánter mayor que se manifiesta como una banda orientada de manera vertical de señal reducida (*flecha curva*) dentro de la señal de grasa brillante normal del cuello femoral. **C**, la secuencia coronal de inversión-recuperación muestra edema en la fractura.

articulaciones cercanas, como la cadera opuesta, de ahí la asociación con osteoporosis regional migratoria. Las radiografías iniciales pueden ser normales o revelar osteopenia difusa de la cabeza femoral, con preservación del espacio articular. La apariencia en la MRI es de edema difuso en la cabeza femoral, extendiéndose a las regiones intertrocántéricas. Las anomalías de la señal focal de la MRI, como se ven en la osteonecrosis, por lo común no se ven en la osteoporosis transitoria. Ocasionalmente, una diminuta lesión focal, lineal en la médula subcortical localizada en la porción de carga de la cabeza femoral indica una fractura por insuficiencia en el hueso desmineralizado. Las series ponderadas en T1, muestran edema difuso de relativa baja señal en contraste con una médula grasa de fondo. El edema se vuelve hiperintenso en las series ponderadas en T2 y es acentuado cuando se usan las técnicas de supresión grasa (figura 2-27). Esta apariencia de la médula ha sido denominada “patrón de edema de la médula ósea”. Rara vez, los reportes de caso han documentado la presencia de este patrón como la fase más temprana de osteonecrosis. Por esta razón, si las radiografías iniciales son normales, las imágenes tomada tras 6 a 8 semanas del inicio de los síntomas debe mostrar osteopenia de la cabeza femoral, la cual confirma el diagnóstico de osteoporosis transitoria. La osteoporosis inicial de la cadera por lo habitual se resuelve sin tratamiento dentro de 6 meses y la apariencia de radiografías y MRI vuelven a la normalidad.

TRAUMA

De manera común, la MRI puede ser útil en la evaluación de la cadera tras trauma. Las radiografías a menudo son negativas o erróneas para las fracturas del fémur proximal en adultos mayores. Aunque la gammagrafía ósea se ha usado para confirmar o excluir fractura, este estudio puede ser falsamente negativo en adultos mayores durante las primeras 48 horas tras la lesión. Las anomalías en la MRI son evidentes de forma inmediata, con áreas lineales de baja señal que se ven con facilidad en la médula grasa en las series ponderadas en T1 y el edema subyacente que se observa las series ponderadas en



FIGURA 2-29 Desgarro anterior del labrum de la cadera. La imagen sagital ponderada en T1 con supresión grasa posarteriografía muestra contraste que opaca un desgarro del labrum anterior de la cadera (*flecha*).

T2 (figura 2-28). Además, la información anatómica proporcionada puede contribuir en determinar el tipo de fijación requerida. De hecho, muchas fracturas radiográficamente ocultas y luego descubiertas por MRI, se encuentran confinadas al trocánter mayor o cruzan de manera incompleta el cuello femoral y en ciertos pacientes puede ser tratadas de forma conservadora.

Se ha enfocado una gran cantidad de esfuerzo a la evaluación imagenológica del pinzamiento femoroacetabular y del

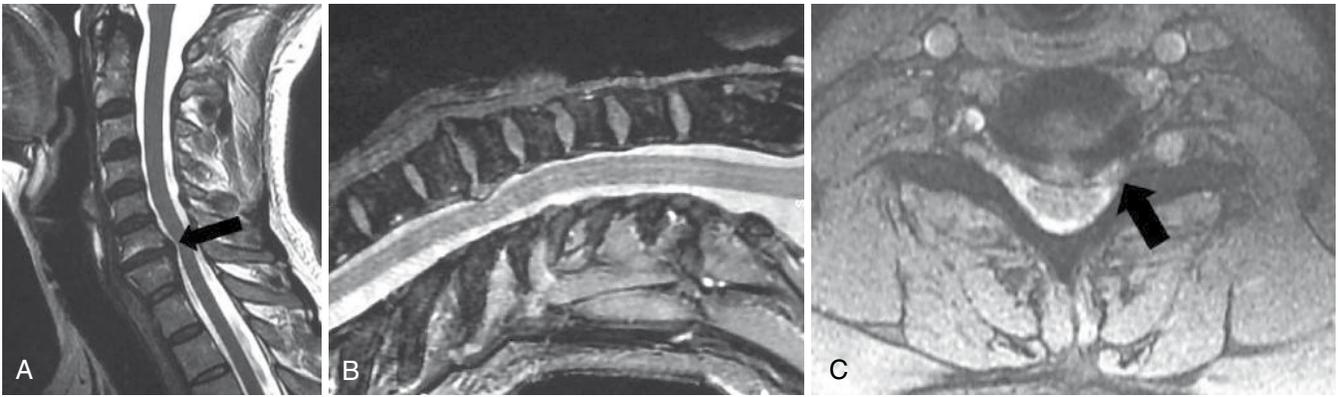


FIGURA 2-30 Extrusión del disco cervical (hernia). **A**, imagen sagital ponderada en T2 de la columna cervical revela un disco en C6-C7 extruido (flecha). **B**, imagen sagital de eco de gradiente muestra el material de disco desplazado isoíntenso al núcleo pulposo. Nótese la ausencia de artefacto de pulsación del líquido cefalorraquídeo visto en la imagen ponderada en T2. **C**, imagen axial de eco de gradiente muestra una extrusión excéntrica izquierda que comprime el cordón cervical y llena el neuroforamen izquierdo (flecha).

labrum acetabular. Las revisiones originales de la exactitud de la MRI convencional en la evaluación de las condiciones patológicas del labrum fueron decepcionantes debido al gran campo de visión de las imágenes que carecían resolución adecuada. El advenimiento de la artrografía por MRI realizada con bobina de superficie o técnica Phased-Array ha mejorado de gran manera la visualización del labrum cartilaginoso. Infortunadamente, la geometría del labrum de la cadera muestra un gran rango de variaciones anatómicas normales incluso en individuos asintomáticos. Como la gran mayoría de los desgarros labrales son encontrados en el labrum anterior o anterolateral, estos segmentos labrales deben ser evaluados de manera cuidadosa para la presencia de profundas o irregulares hendiduras sugestivas de desgarro del labrum (figura 2-29). Las regiones adyacentes de delaminación del cartilago acetabular con frecuencia están presentes. En pacientes con síntomas mecánicos de la cadera o posible pinzamiento femoroacetabular, la adición de una inyección anestésica al momento de la artrografía es útil para confirmar un dolor de origen intraarticular. De forma reciente, la mejora de resolución provista por estudios 3 T de MRI ha permitido la evaluación del labrum sin la necesidad de contraste intraarticular. La evaluación no artrográfica en el estudio de pinzamiento y patología del labrum debe ser ordenada de forma específica con dicho historial para garantizar la selección de secuencia adecuada y el pequeño campo de visión necesarios para evaluar de manera correcta el labrum.

COLUMNA VERTEBRAL

La MRI de la columna vertebral representa un gran porcentaje de exámenes en la mayoría de los centros. La MRI permite una evaluación no invasiva de la columna vertebral y canal espinal, lo que incluye el cordón espinal. La anatomía de la columna, cordón, raíces y ligamentos espinales es compleja. Dado que la columna vertebral está dividida en tres secciones: cervical, torácica y lumbar, cada una se evalúa con bobinas específicamente diseñadas para la imagen de la columna vertebral. La evaluación de la columna vertebral incluye series obtenidas en los planos axial y sagital. La imagen coronal puede ser de ayuda en pacientes con escoliosis significativas. No hay una construcción de imagen correcta y la realización del estudio depende de muchos factores, lo que incluye el tipo y campo de fuerza del magneto, la disponibilidad de equipo (bobinas) y software, y las preferencias del examinador. Sin embargo, todos los

estudios deben producir imágenes que puedan detectar y definir condiciones patológicas del cordón, saco tecal, cuerpos vertebrales y discos intervertebrales.

ENFERMEDAD DEL DISCO INTERVERTEBRAL

La indicación más común para MRI de la columna vertebral es la evaluación de enfermedad del disco intervertebral. Después de la radiografía rutinaria, la MRI es el procedimiento de elección para tamizaje de pacientes con dolor lumbar bajo y dolor ciático. En la columna lumbar y torácica, la MRI ha suplantado el mielograma por CT dado que no es invasivo y es menos costoso. La combinación de alto contraste de tejidos blandos y alta resolución permite la evaluación ideal del disco intervertebral, raíces nerviosas, ligamento longitudinal posterior y foramen intervertebral. Además, la MRI provee una evaluación excelente del cordón espinal. Gracias a las estructuras óseas, como osteofitos y fragmentos óseos, el mielograma por CT es invasivo y más costoso y, por consiguiente, se reserva para pacientes que tienen contraindicación de MRI o que tienen MRI erróneas. Sin importar la región de la columna vertebral a ser evaluada, la imagen sagital provee una evaluación inicial de los discos intervertebrales y ligamento longitudinal posterior. Debido a su alto contenido en agua, un disco normal exhibe una señal hiperintensa en las series ponderadas en T2. El proceso de envejecimiento resulta en una desecación gradual del material del disco y por lo tanto pérdida de esta señal. La herniación de discos o extrusiones aparecen como masas convexas o polipoides de extensión posterior al espacio ventral epidural, que con frecuencia mantiene una intensidad de señal similar a la del disco de origen (figura 2-30). Las series ponderadas en T2 sagital o eco de gradiente crean un efecto "mielográfico", y son útiles en la evaluación del compromiso del espacio subaracnoideo. No obstante, en las series ponderadas en T1 sagitales, deben ser examinadas de cerca para la identificación de estenosis foraminal. La grasa perineural en el foramen por lo general es hiperintensa en las series ponderadas en T1, provee un excelente contraste para el material de disco desplazado más oscuro. Las herniaciones de disco laterales lejanas son mejor vistas en imágenes axiales selectas que son localizadas a través de niveles de disco. Los fragmentos de disco libres aparecen discontinuos con el disco intervertebral, de forma usual de señal intermedia en las series ponderadas en T1, en contraste con el líquido cefalorraquídeo hipointenso. De gran significado es la habilidad de la MRI de detectar

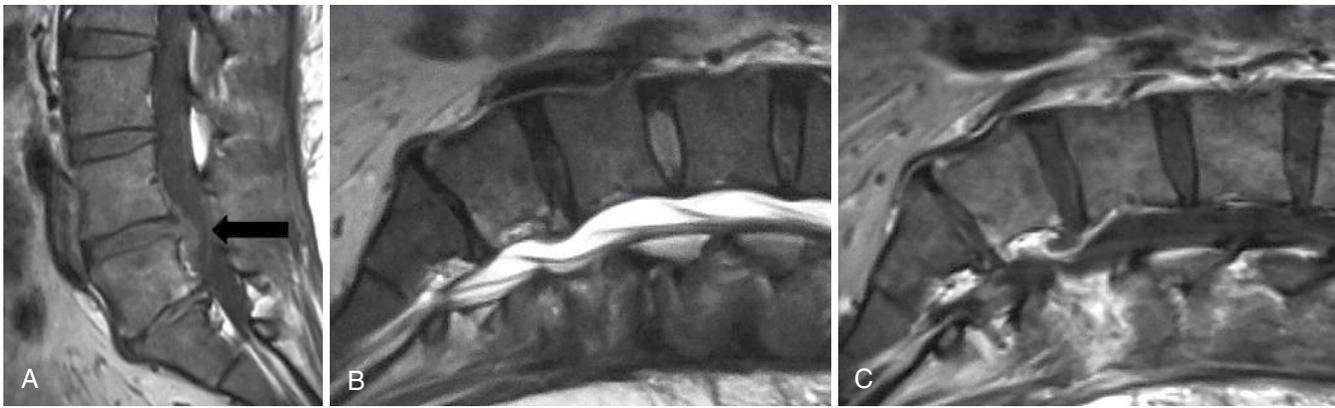


FIGURA 2-31 Extrusión recurrente del disco lumbar (herniación). **A**, imagen sagital ponderada en T1 demuestra intensidad de señal intermedia en el material del disco L4-L5 (flecha), rodeado de líquido cefalorraquídeo hipointenso. **B**, imagen sagital ponderada en T2 muestra el material de disco desplazado contiguo al disco intervertebral. El fluido cerebroespinal hiperintenso proporciona un contraste mejorado. **C**, imagen sagital ponderada en T1 después de la administración de gadolinio demuestra realce del plexo venoso epidural (flecha), y del tejido de granulación suprayacente, pero no mejoría del material discal.

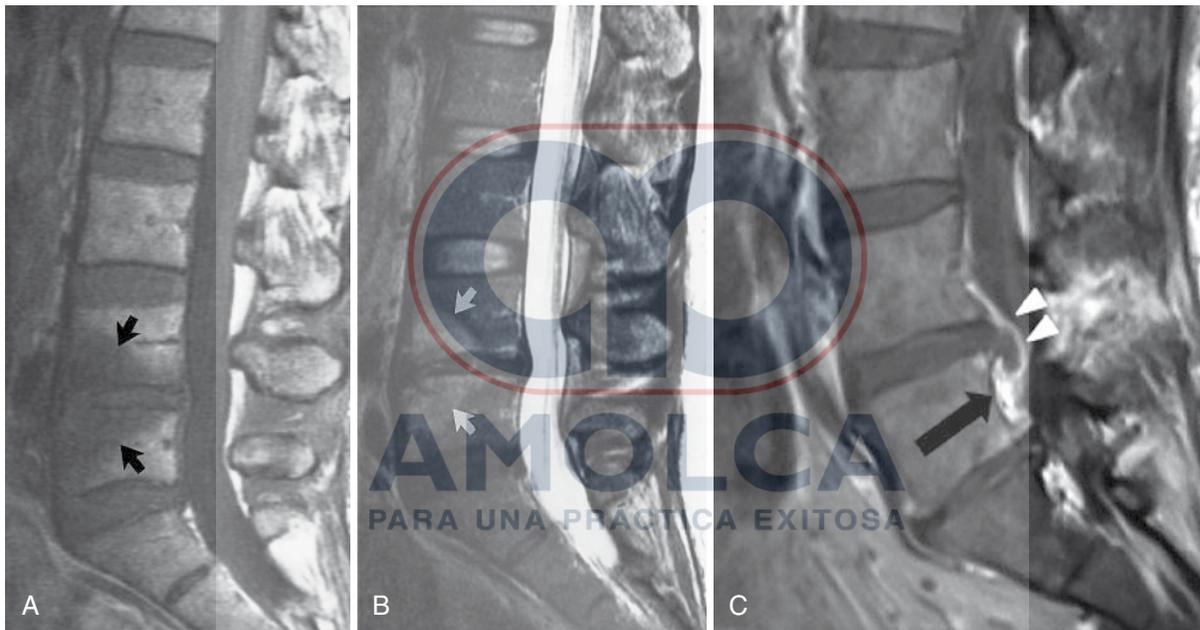


FIGURA 2-32 Discitis posoperatoria. **A**, imagen sagital ponderada en T1 muestra una señal de médula reducida adyacente al disco intervertebral estrecho L4-L5. **B**, imagen sagital ponderada en T2 revela áreas hiperintensas correspondientes de edema medular vertebral (flechas). **C**, después de la administración de gadolinio, la imagen sagital ponderada en T1 muestra un realce de la médula vertebral, el disco intervertebral (flecha) y el ligamento longitudinal posterior (puntas de flecha).

compromiso del cordón espinal significativo en la columna cervical y torácica. El edema dentro del cordón es fácilmente demostrado como una hiperintensidad en las series ponderadas en T2.

La terminología de condiciones patológicas de los discos intervertebrales es confusa. En un intento de estandarizar la terminología, Jensen et al., proponen los siguientes términos: una *protuberancia* es una extensión circunferencial, simétrica del disco más allá del espacio intermedio alrededor de las placas terminales; una *protrusión* es una extensión focal o asimétrica del disco más allá del espacio intermedio, con la base contra el disco de origen más amplia que cualquier otra dimensión de la protrusión; una *extrusión* es una extensión más extrema del disco más allá del espacio intermedio, con la base contra el disco de origen más estrecho que el diámetro del

material de extrusión en si o sin conexión entre el material y el disco de origen; y, para finalizar un *secuestro* se refiere específicamente a un fragmento de disco que se ha separado por completo de su disco de origen.

DOLOR DE ESPALDA POSOPERATORIO

En un paciente con dolor de espalda posoperatorio persistente, se debe considerar un disco residual, hematoma o absceso epidural y discitis. Diferenciar entre material de disco recurrente o residual y tejido cicatricial por lo común es imposible con un mielograma por CT o una MRI sin contraste y la administración de gadolinio intravenoso es en extremo útil en la MRI de columna posoperatoria. Tras la administración del contraste, la repetición de las series ponderadas en T1, típicamente demuestra realce de la cicatriz o fibrosis (figura 2-31).

Más allá del período posoperatorio inmediato, el material de disco (en ausencia de infección), no resaltará. Por esta razón, los exámenes realizados en pacientes con historia de cirugía distal dentro de los veinte años previos son realizadas de forma usual sin y con contraste intravenoso. Los hematomas epidurales y abscesos aparecen como colecciones dentro del canal espinal, demostrando realce periférico con gadolinio en las series ponderadas en T1. El agente de contraste gadolinio también es útil en la evaluación posoperatoria de la columna vertebral para discitis. Los cambios de señal en el espacio discal y las placas vertebrales adyacentes por lo común se observan tras la cirugía en la columna, incluso cuando no se presentan complicaciones, pero la triada de realce de la placa terminal del cuerpo vertebral, realce del espacio discal y realce del ligamento longitudinal posterior es altamente sugestivo de discitis posoperatoria (figura 2-32). La correlación con la tasa de sedimentación eritrocitaria, proteína C reactiva, gammagrafía de glóbulos blancos marcados con galio o etiquetados y aspiración percutánea son por lo normal necesarias.

Aunque el diagnóstico de una infección del espacio discal en un paciente que no ha ido a cirugía generalmente es más sencillo, la apariencia de la MRI de enfermedad discal degenerativa es variada y puede ser confusa. Aunque se evidencia edema de la placa terminal vertebral e incluso realce en ausencia de infección, la presencia de realce en el espacio discal fuertemente sugiere infección. Las infecciones bacterianas y fúngicas/tuberculosas con frecuencia se asocian con abscesos epidurales y paraespinales. En la columna lumbar, la extensión hacia el músculo psoas adyacente es mejor demostrada en las series ponderadas en T2 axiales porque el fluido hiperintenso y el edema invaden la musculatura de forma usual hipointensa. La diseminación subligamentosa de la infección con relativa preservación del disco intervertebral debe levantar sospechas de espondilitis tuberculosa. Las infecciones piógenas y tuberculosas han demostrado anormal realce con la administración de gadolinio. Los abscesos, dada la carencia de perfusión central, se realzan solo en la periferia.

TUMORES DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Aunque la imagenología tumoral en general es discutida más adelante en este libro, la MRI ha probado ser valiosa en la evaluación de tumores espinales. Una excelente delineación de la médula del cuerpo vertebral permite la detección de enfermedad primaria y metastásica mediante secuencias de alta sensibilidad en T1. Normalmente, la señal de la médula del cuerpo vertebral en las series ponderadas en T1, aumenta de manera progresiva con la edad, como reflejo de un incremento gradual en el porcentaje de grasa medular. Enfermedades como la anemia crónica resultan en un mayor porcentaje de médula hematopoyética, por lo tanto, disminuye difusamente la señal en las series ponderadas en T1. Los focos de tumores óseos malignos aparecen como áreas discretas de disminución de la señal en las series ponderadas en T1. Como es típico con los tumores, estas lesiones se vuelven hiperintensas con respecto a la médula circundante en las series ponderadas en T2 y realzan con el contraste. Estas lesiones agresivas pueden ser diferenciadas de hemangiomas óseos benignos, los cuales son de manera usual hiperintensos en las series ponderadas en T1, dado su contenido graso interno. Los procesos neoplásicos que comprometen de manera difusa la médula vertebral, como leucemia y de manera ocasional mieloma múltiple, pueden ser más problemáticos, puesto que la diferenciación con la prominentemente difusa médula hematopoyética puede ser un desafío.

TRAUMA DE LA COLUMNA VERTEBRAL

La CT sigue siendo la técnica imagenológica avanzada más útil en trauma vertebral. El contraste inherente proporcionado por el hueso y la resolución espacial inigualable hacen de la CT el examen inicial preferido en los pacientes de trauma. La MRI es útil en aquellos con sospecha de lesión del cordón espinal, hematoma epidural o herniación discal traumática. Las lesiones de tejidos blandos, como desgarros ligamentosos, pueden ser identificados en la etapa aguda. La discontinuidad de los ligamentos de manera regular hipointensos, hemorragia y edema pueden ser vistos en las series ponderadas en T2. En el escenario de trauma, la MRI usualmente se reserva para pacientes con compromiso neurológico en quienes el examen con CT es negativo o para en quienes la reducción de fractura espinal es planificada y por lo tanto la patología discal asociada debe ser descartada. El papel de la MRI es crítico en la evaluación de compresión vertebral no traumática y en la exclusión de cualquier condición patológica subyacente. La preservación de una señal medular normal en una porción del cuerpo vertebral comprimido, en especial con un patrón lineal de señal anormal, es sugestivo de una fractura causada por un proceso benigno, como osteoporosis. El remplazo total de la médula ósea o la presencia de señales de anormalidad medular focal adicional en otros niveles debe llevar a la pronta consideración de toma de biopsia. La asociación de una masa de tejidos blandos irregular o asimétrica o una amplia convexidad de la corteza vertebral dorsal también es sugestivo de neoplasia subyacente. En casos cuestionables, una MRI de seguimiento a las seis a ocho semanas puede demostrar al menos la reconstitución parcial de la señal medular normal alrededor de la fractura osteoporótica. La identificación de edema dentro de una vertebra comprimida puede confirmar una fractura como aguda o subaguda, dado que la señal medular normal típicamente es restaurada en fracturas por compresión crónicas.

HOMBRO

Las principales indicaciones para evaluación del hombro con MRI incluyen tres problemas interconectados: desgarró del manguito rotador, pinzamiento e inestabilidad. La compleja anatomía del hombro requiere planos de imagen oblicuos y técnica de bobina de superficie. El típico examen de MRI de hombro incluye secuencias de eco de espín axial o eco de gradiente para la evaluación del labrum. La prescripción de imágenes coronales oblicuas en el plano del tendón supraespinoso detecta mejor las condiciones patológicas del manguito rotador. Las imágenes sagitales oblicuas confirman anomalías de los tendones del manguito y evalúan los músculos del manguito rotador en la sección transversa. Tanto la artrografía convencional como la MRI pueden detectar desgarró completos del manguito rotador. No obstante, aunque la artrografía muestra desgarró de grosor completo y parcial a lo largo de la superficie articular (inferior), la MRI no invasiva también detecta desgarró parciales intrasustancia y de la superficie de la bursa y puede con confianza determinar el tamaño de los defectos de grosor completo.

CONDICIONES PATOLÓGICAS DEL MANGUITO ROTADOR

La imagen coronal oblicua con eco de espín en las series ponderadas en T2 detecta de manera óptima la mayoría de las condiciones patológicas del manguito rotador. Con el húmero

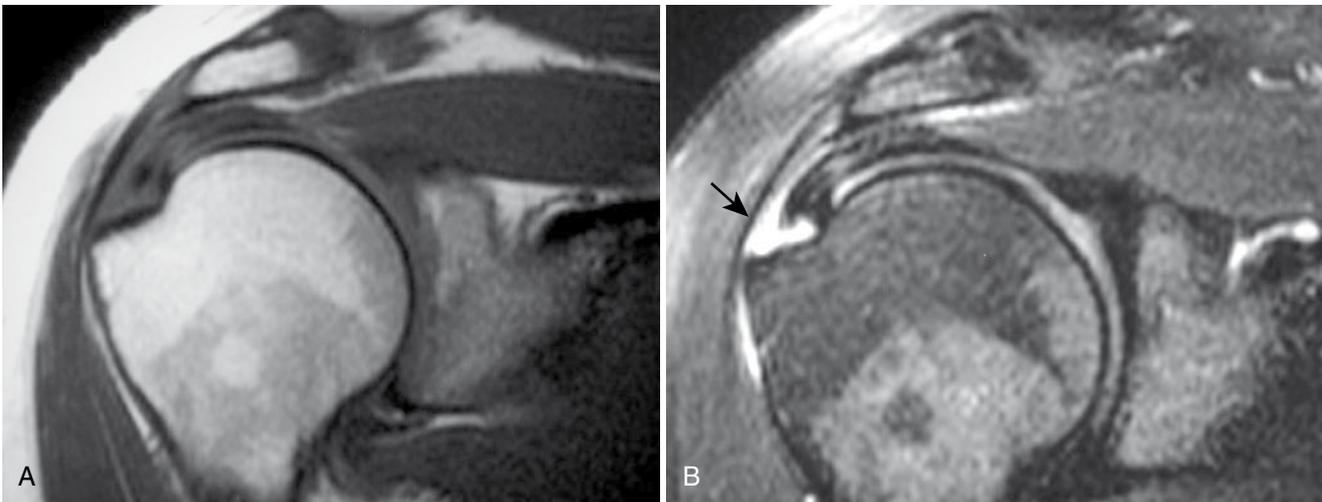


FIGURA 2-33 Desgarro del manguito rotador de grosor completo. **A**, imagen coronal oblicua ponderada en T1 diferencia pobremente el tendón normal del estado patológico. **B**, en el mismo lugar, la imagen coronal oblicua con reducción grasa, ponderada en T2, muestra de forma clara un desgarro lleno de líquido, de grosor completo (*flecha*), en el tendón supraespinoso.

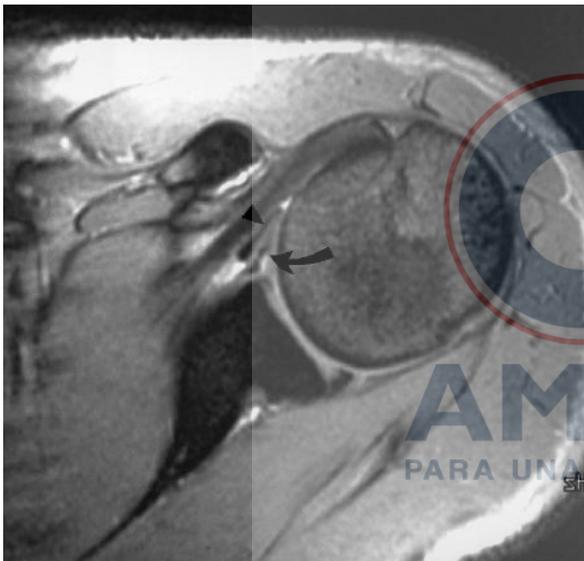


FIGURA 2-34 Desgarro del labrum anterior. La imagen axial del eco del gradiente a través de la articulación glenohumeral muestra el desplazamiento anterior del fragmento del labrum anterior avulsionado (*flecha curva*). El ligamento glenohumeral medio hipointenso (*punta de flecha*) se encuentra entre el fragmento del labrum y el tendón del subescapular, y no debe confundirse con la porción del labrum.

en rotación neutral a externa, el plano coronal oblicuo es escogido paralelo al tendón del supraespinoso. Como es el caso con todos los otros tendones, los tendones de los músculos supraespinoso, infraespinoso y redondo menor normalmente mantienen baja señal en todas las secuencias de pulso. Los desgarros del manguito rotador aparecen como áreas de incremento de señal en las series ponderadas en T2, las cuales representan fluido dentro de la sustancia del tendón. Esta señal puede atravesar toda la sustancia del tendón, lo que indica un desgarro de grosor total (figura 2-33). De manera alternativa, las fibras del manguito intactas pueden persistir a lo largo de la superficie articular, superficie bursal, o ambas, como es visto en los desgarros de grosor parcial. Puede identificarse fluido en la bursa subacromial-subdeltoidea. En pacientes con

desgarros grandes o crónicos, el manguito puede estar tan atrofiado que su identificación es imposible. En estos casos, el fluido se comunica de manera libre entre la articulación glenohumeral y la bursa subacromial, y la cabeza humeral normalmente migra hacia arriba. La retracción excesiva de los tendones del manguito y la atrofia de su musculatura presagian un resultado quirúrgico pobre.

La mayoría de los examinadores han usado los términos *tendinosis* o *tendinopatía* para describir anomalías focales de señal dentro del manguito que no alcanzan la intensidad de señal de fluido en las series ponderadas en T2. Ya que los artefactos de forma usual ocurren en los tendones en las series ponderadas en T1 y en las imágenes de eco de gradiente, el diagnóstico de desgarro del manguito rotador no se debe obtener en ausencia de focos discretos de anomalías en la señal de fluido en las series ponderadas en T2 o en completa ausencia del tendón. En lo típico, áreas de fluido normal pueden ser apreciadas en otro lugar de la articulación glenohumeral como referencia. Anormalidades de señal difusas o focales menos intensas que el fluido deben ser consideradas tendinosis. La MRI ha demostrado más de un 90% de sensibilidad en la detección de desgarros de grosor completo del manguito rotador. Para la evaluación de desgarros parciales, la sensibilidad es mayor del 85%. La adición de supresión grasa a las series ponderadas en T2 ha demostrado la mejoría en la detección de desgarros de grosor parcial. La evaluación de la reparación del manguito rotador con MRI debe hacerse con precaución. Con frecuencia, se pueden ver focos irregulares de incremento de la señal en las series ponderadas en T2 normalmente con un tendón curado intacto y, por lo tanto, representan áreas de tejido de granulación. Por esta razón, el diagnóstico de desgarro de porción parcial en el posoperatorio debe ser evitado. A pesar de esto, defectos de grosor completo grandes llenos de fluido y retracciones del tendón se deben correlacionar con fallas en la reparación o nuevos desgarros. La artrografía MR de manera común es útil en la evaluación del posoperatorio del manguito rotador.

SÍNDROMES DE PINZAMIENTO

Aunque el pinzamiento puede ser sugerido por una técnica de imagen, es un diagnóstico clínico. La MRI puede ser útil en confirmar la impresión clínica o para proporcionar información

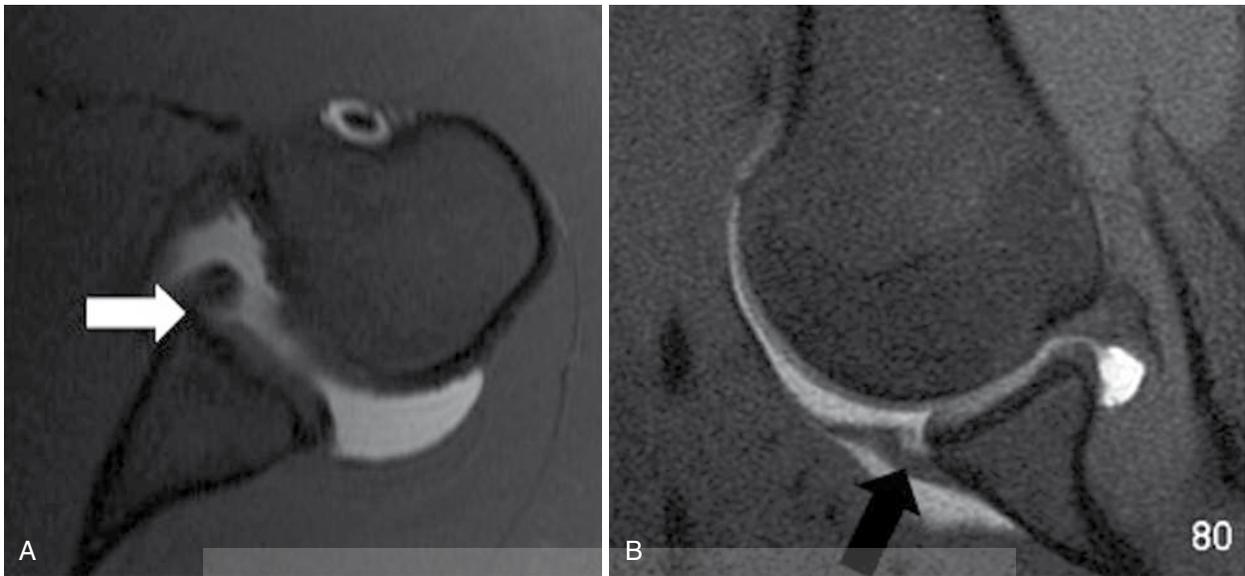


FIGURA 2-35 Desgarro del labrum anterior. **A**, imagen axial ponderada en T1 con supresión grasa posterior a la arteriografía muestra un pequeño defecto en el labrum anteroinferior (*flecha*). **B**, la proyección axial oblicua en abducción/rotación externa ejerce tensión sobre el ligamento glenohumeral inferior, lo que demuestra mejor el desgarro (*flecha*).

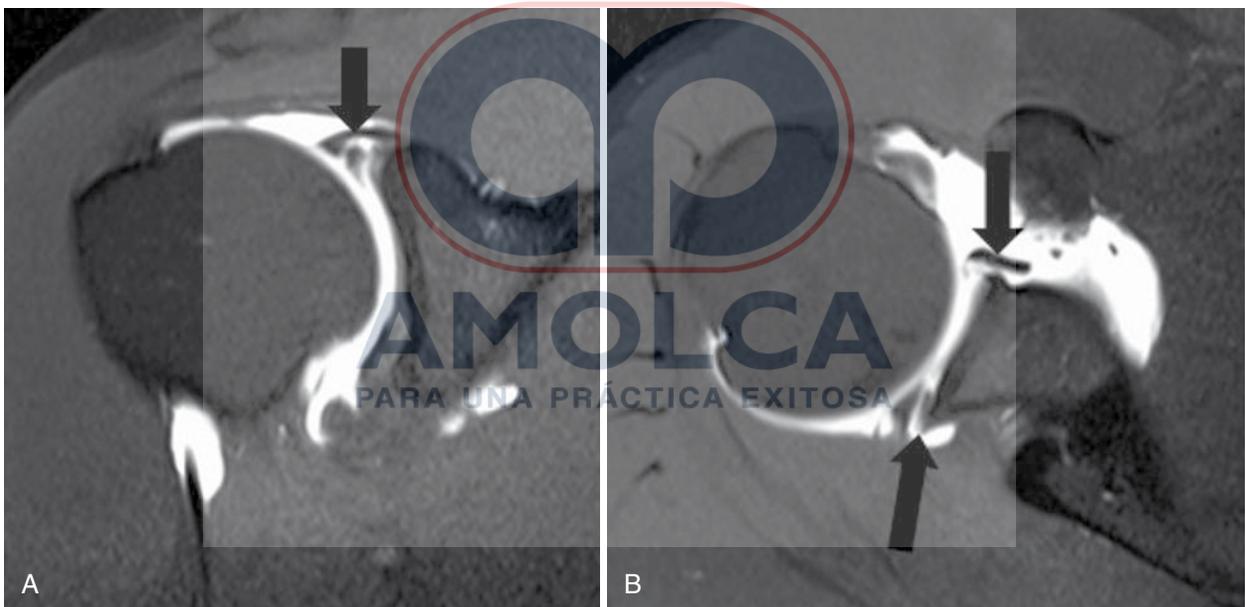


FIGURA 2-36 Desgarro del labrum superior de anterior a posterior (SLAP). **A**, imagen coronal oblicua ponderada en T1 con supresión grasa en artrografía MR muestra contraste que opaca un defecto en el anclaje de la cabeza larga del bíceps (*flecha*). **B**, imagen axial ponderada en T1 con supresión de grasa muestra extensión del desgarro en el labrum anterior y posterior (*flechas*).

adicional. Los hallazgos imagenológicos que sugieren la posibilidad de pinzamiento incluyen estrechamiento del espacio subacromial por espuelas u osteofitos, una morfología acromial curva o enganchada y anomalías de señal en el manguito que indiquen tendinosis o tendinopatía.

CONDICIONES PATOLÓGICAS DEL LABRUM

Muchos estudios se han dirigido a la evaluación del complejo labroligamentoso del hombro con MRI. La anatomía transversa del labrum normal es bastante variable y los ligamentos glenohumerales adyacentes crean muchos diagnósticos potenciales erróneos (figura 2-34). Por estas razones, la evaluación

temprana convencional con MRI de la articulación glenohumeral para inestabilidad alcanza resultados mixtos. No obstante, con la tecnología moderna de escáner y bobina, el labrum a menudo está bien representado en la MRI de hombro de rutina. Empero, muchos investigadores creen que la distensión de la articulación alcanzada por la inyección de fluido intraarticular mejora la evaluación del labrum, el origen del tendón del bíceps y la cápsula articular. La artrografía MR frecuentemente usa gadolinio diluido como agente de contraste y las series ponderadas en T1 subsecuentes en los planos axial, sagital oblicuo y coronal oblicuo realizados en una posición estándar con el brazo al lado del paciente (figura 2-35A).

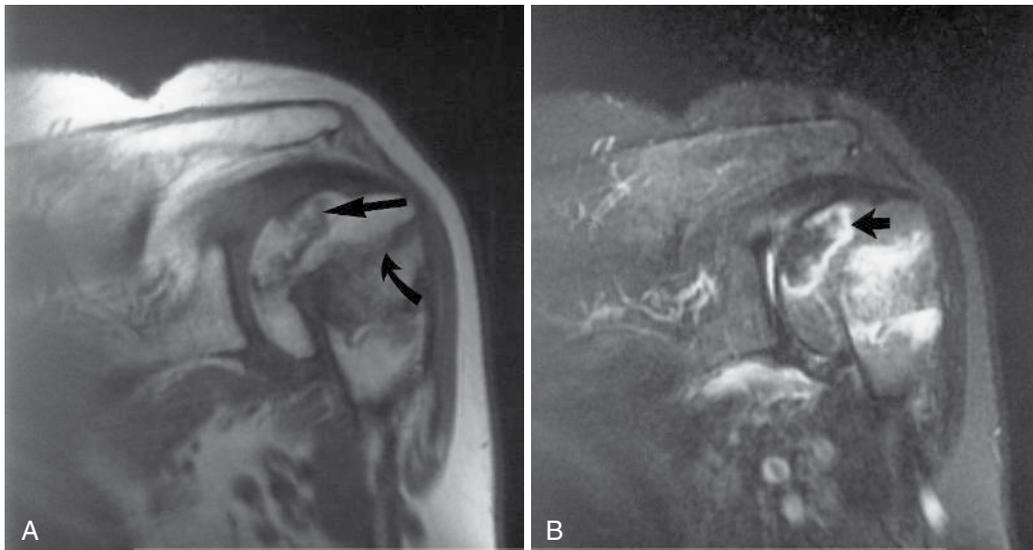


FIGURA 2-37 Osteonecrosis que complica una fractura conminuta del húmero proximal. **A**, imagen coronal oblicua ponderada en T1 demuestra una fractura desplazada a través del cuello del húmero proximal (*flecha curva*). Una región geográfica de médula anormal dentro del fragmento articular es característico de la osteonecrosis (*flecha larga*). **B**, imagen coronal oblicua con supresión grasa, ponderada en T2 muestra un borde hiperintenso de tejido reactivo (*flecha*), que rodea la médula avascular grasa ahora hipointensa.

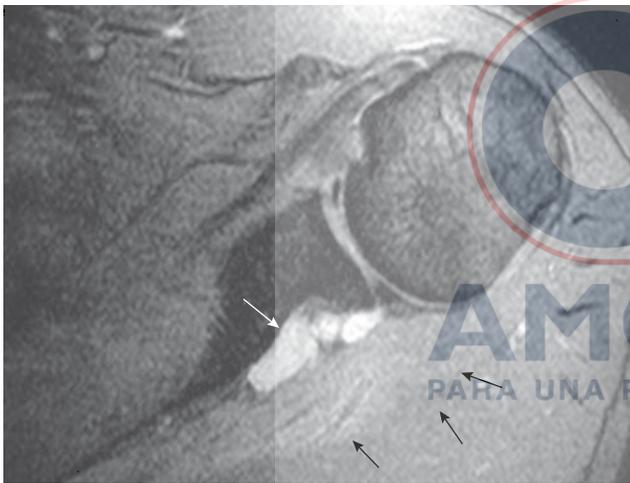


FIGURA 2-38 Ganglión de tejido blando en un hombro doloroso. La imagen axial con eco de gradiente del hombro derecho revela una lesión hiperintensa homogénea lobulada en la escotadura espinoglenoidea (*flecha blanca*). Ganglios y otras masas en esta ubicación se pueden asociar con atrapamiento del nervio supraescapular. Obsérvese una hiperintensidad sutil que indica edema en el músculo infraespinoso a lo largo de la escápula posterior relacionado con la denervación (*flechas negras*).

Las imágenes adicionales se pueden realizar con el húmero en abducción y rotación externa (ABER por sus siglas en inglés) para la evaluación del ligamento glenohumeral inferior y su unión con el labrum (figura 2-35B). Las lesiones anteriores del labrum son mejor vistas en el plano axial, mientras que anomalías superiores del labrum o SLAP (labrum superior de anterior a posterior) son mejor representadas en las imágenes axiales o coronales (figura 2-36). Con el uso de artrografía MR, se ha reportado una sensibilidad del 91% y una especificidad del 93% en la detección de condiciones patológicas del labrum. La exactitud de la MRI en la evaluación de las lesiones de SLAP es menor. Algunos investigadores han propuesto la artrografía

indirecta como un método alternativo de opacificación articular. En esta técnica, un realce intraarticular tardío es logrado mediante la ejercitación de la articulación tras la administración de gadolinio intravenoso. Aunque esta es una técnica menos invasiva, el grado de distensión es menor que el alcanzado con artrografía directa.

OTRAS CAUSAS DE DOLOR EN EL HOMBRO

La MRI también puede demostrar causas adicionales de dolor en el hombro, como fracturas ocultas u osteonecrosis (figura 2-37). Condiciones patológicas del tendón de la cabeza larga del bíceps, lo que incluye ruptura, dislocación o tendinitis, pueden ser detectadas en un examen MRI de rutina. Una causa menos frecuente del dolor en el hombro, atrapamiento del nervio supraescapular, es un quiste ganglionar de la hendidura espinoglenoidea. Como los ganglios en otros lugares, estas lesiones aparecen como colecciones lobulares, multiseptadas, hiperintensas en las series ponderadas en T2 o eco de gradiente (figura 2-38). La presencia de estos ganglios puede relacionarse con la atrofia infraespinosa y debería desencadenarse en la búsqueda cuidadosa de una lesión asociada del labrum. El plexo braquial no es visto en el examen MRI rutinario del hombro y si una condición patológica del plexo braquial es sospechada, debe realizarse un estudio dedicado a esta región anatómica.

MUÑECA Y CODO

La MRI tiene un rol en expansión en la evaluación de condiciones patológicas del codo y de la muñeca. El estudio exitoso de ambas articulaciones requiere imágenes de alta resolución que son mejor obtenidas con técnicas de bobina de superficie y sistemas de alto campo. De manera regular, estas articulaciones son examinadas en la bobina de extremidad, lo cual requiere extensión del brazo por encima de la cabeza dentro del centro del campo magnético. Esta posición es difícil de mantener en pacientes mayores. La nueva generación de escáneres de alto campo con abertura de mayor diámetro permite



FIGURA 2-39 Perforación del complejo del fibrocartilago triangular (TFCC). La imagen coronal de la muñeca, con supresión de grasa, ponderada de densidad de protones muestra una perforación central de TFCC (*flecha larga*). Note el líquido en la articulación radiocubital distal (*flecha curva*). El ligamento escafosemilunar (*flecha abierta*) está intacto en esta muñeca.



FIGURA 2-40 Osteonecrosis del semilunar (enfermedad de Kienböck). La imagen coronal ponderada en T1 de la muñeca muestra la pérdida la alta señal normal grasa en el semilunar (*flecha*), lo que indica osteonecrosis.

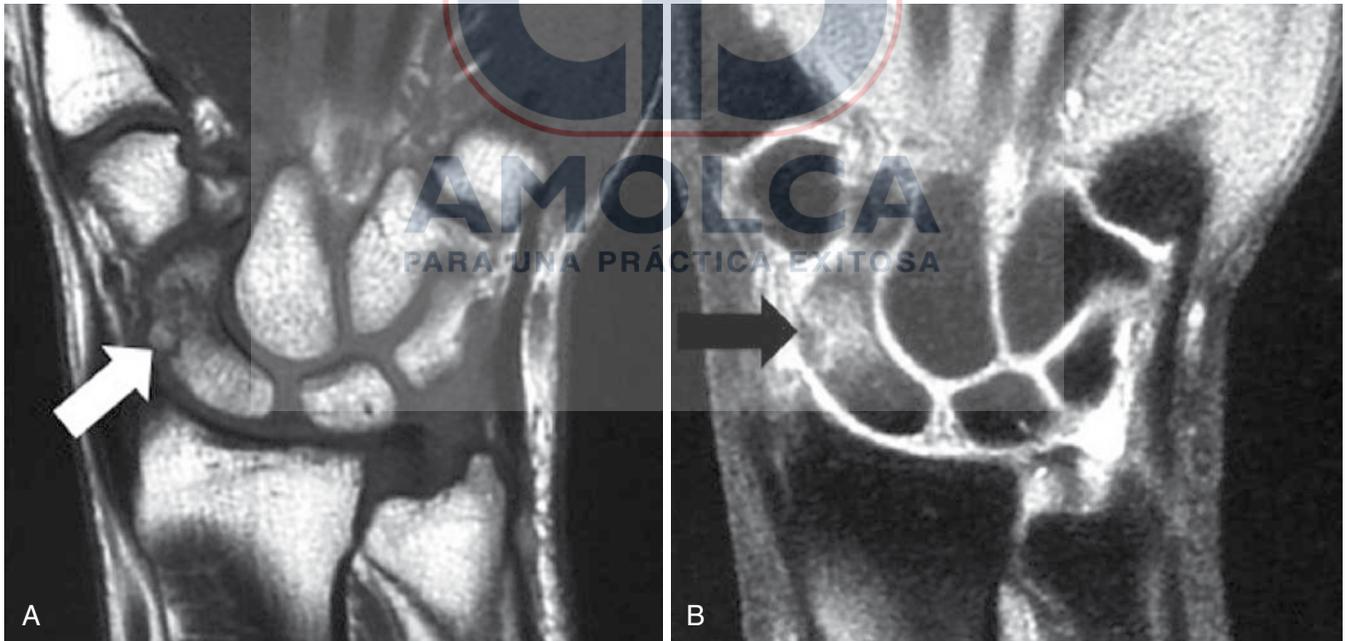


FIGURA 2-41 Osteonecrosis temprana del escafoides después de una fractura. **A**, imagen coronal ponderada en T1 de la muñeca muestra una fractura transversal del escafoide medio (*flecha*). **B**, imagen coronal ponderada en T2 con supresión de grasa que revela solo edema medular en el fragmento del polo distal (*flecha*), lo que sugiere isquemia del polo proximal.

imágenes fuera del eje con el brazo al lado. Las bobinas específicas para la muñeca, cuando están disponibles, o bobinas de superficie acopladas también están diseñadas para imágenes de esta articulación al lado del paciente. Nuevamente, el examen con MRI debe ser dirigido a resolver problemas clínicos específicos o preguntas.

TRASTORNOS DEL LIGAMENTO DEL CARPO

Una indicación común para la evaluación de la muñeca con MRI es la evaluación de los ligamentos intrínsecos del carpo. Con una técnica adecuada, pueden demostrarse mediante MRI lesiones del complejo de fibrocartilago triangular (TFCC

por sus siglas en inglés). El TFCC está compuesto de fibrocartilago con señal anómala, y las perforaciones en el TFCC aparecen como defectos lineales o espacios llenos de líquido hiperintenso en las secuencias coronales de eco de gradiente o T2 (figura 2-39). A pesar de que la evaluación de los ligamentos escafolunar y lunotriquetral es más desafiante, con una técnica y equipo óptimo la integridad de estas estructuras puede ser evaluada de forma consistente. La adición de artrografía contrastada mejora la visualización de estos ligamentos en imágenes MR. Los ligamentos extrínsecos del carpo se pueden identificar con escáner volumétrico tridimensional y subsecuente reconstrucción; pese a esto, en el presente, la evaluación con MRI de estos ligamentos ha tenido menor impacto en el tratamiento.

OTRAS CONDICIONES PATOLÓGICAS DE LA MANO Y DE LA MUÑECA

La MRI ha ganado un papel importante en la evaluación del trauma agudo de la muñeca. No es infrecuente que, el edema de la médula ósea pueda revelar fracturas de los huesos del carpo o del radio distal que se encuentran radiográficamente ocultas. La MRI es útil en la detección de anomalías

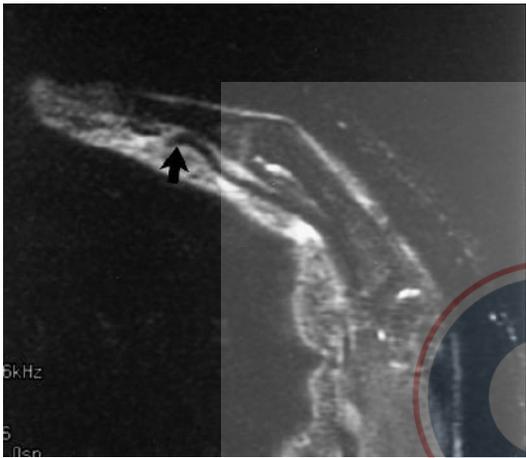


FIGURA 2-42 Imagen de la ruptura del tendón del flexor profundo de los dedos en un dedo largo hecha 2 semanas después de la reparación. La imagen sagital de inversión-recuperación muestra una discontinuidad abrupta del tendón flexor (*flecha*), con laxitud del segmento más proximal del tendón.

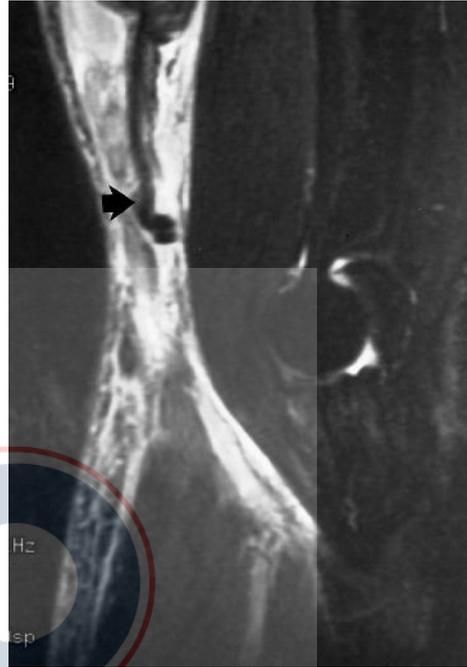


FIGURA 2-43 Ruptura del tendón distal del bíceps. La imagen sagital de inversión-recuperación del codo demuestra ruptura distal del tendón del bíceps. El tendón proximal (*flecha*) está retraído varios centímetros y el edema está presente en los tejidos anteriores al músculo braquial.

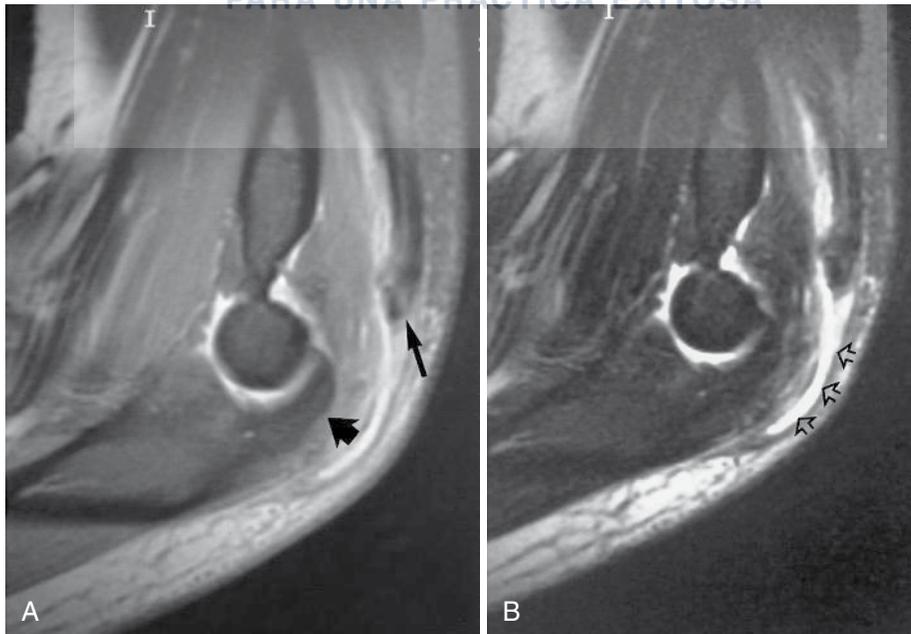


FIGURA 2-44 Avulsión del tendón del tríceps. **A**, imagen del codo sagital con supresión de grasa y densidad de protones muestra un tendón de tríceps avulsionado (*flecha larga*), retraído hacia proximal desde el olécranon (*flecha gruesa*). **B**, imagen sagital ponderada en T2 con supresión de grasa muestra líquido hiperintenso (*flechas*), en el espacio entre el hueso y el tendón desprendido.

medulares adicionales en osteonecrosis, como es visto en el semilunar en la enfermedad de Kienböck (figura 2-40) o en el escafoides tras una fractura. La señal asimétrica de la médula en los fragmentos proximales y distales de la fractura de escafoides es sugestiva de isquemia del polo proximal (figura 2-41). La MRI en la actualidad tiene un papel limitado en la evaluación del síndrome del túnel del carpo. Aunque este permanece

como un diagnóstico clínico, la imagen axial con las series ponderadas en T2 puede mostrar de forma clara masas dentro de los límites del túnel del carpo, así como edema del nervio mediano. Como en el tobillo, la tenosinovitis y las lesiones del tendón en la muñeca y la mano pueden ser evaluadas (figura 2-42). Adicionalmente, la MRI tiene un papel en expansión en la evaluación de artritis inflamatoria. Numerosos estudios han mostrado que la MRI proporciona una detección temprana de sinovitis y cambios erosivos óseos asociados con artritis reumatoidea que no muestran las radiografías.



FIGURA 2-45 Desgarro parcial del ligamento colateral cubital en artrografía MR de codo. La imagen coronal ponderada en T1 con supresión de grasa revela el seguimiento del contraste en la unión profunda del ligamento colateral cubital (flecha).

CODO

En el codo, la MRI es útil en la evaluación de los tendones del bíceps y tríceps. Aunque con frecuencia los desgarros completos de estos tendones son clínicamente aparentes, la MRI puede contribuir en la planificación quirúrgica (figuras 2-43 y 2-44). La MRI también puede detectar desgarros parciales. La MRI convencional y la artrografía MR tienen un papel crítico en la evaluación de la inestabilidad medial y en el estudio del ligamento colateral cubital. El ligamento colateral cubital es una estructura compleja, su banda anterior por lo regular es visible como una estructura lineal hipointensa a lo largo del aspecto medial de la articulación en todas las secuencias. Cuando es lesionado, se ve fluido dentro y alrededor del ligamento alterado. En un atleta que lanza, la artrografía MR puede ser útil en especial en la evaluación de desgarros ligamentosos de grosor parcial (figura 2-45). La MRI convencional también es valiosa para la detección de fracturas de codo ocultas en adultos, así como en niños en quienes las epífisis no osificadas son una problemática radiográfica.

IMAGEN TUMORAL

Tal vez, en ningún lugar de la ortopedia la MRI haya tenido un impacto tan profundo como en el campo de la oncología quirúrgica. El exquisito contraste del tejido blando combinado con la anatomía detallada y la capacidad multiplano posiciona

PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA



FIGURA 2-46 Tumor de células gigantes del fémur distal. **A**, radiografía muestra lesión lítica en la metáfisis y epífisis femoral distal. **B**, imagen coronal ponderada en T1 confirma una lesión de señal intermedia bien delimitada que reemplaza la médula ósea grasa hiperintensa normal del fémur distal. **C**, imagen coronal ponderada en densidad de protones con supresión de grasa muestra un tumor hiperintenso heterogéneo en una distribución similar. Hay una destrucción cortical sutil de la corteza metafisaria lateral (flecha).

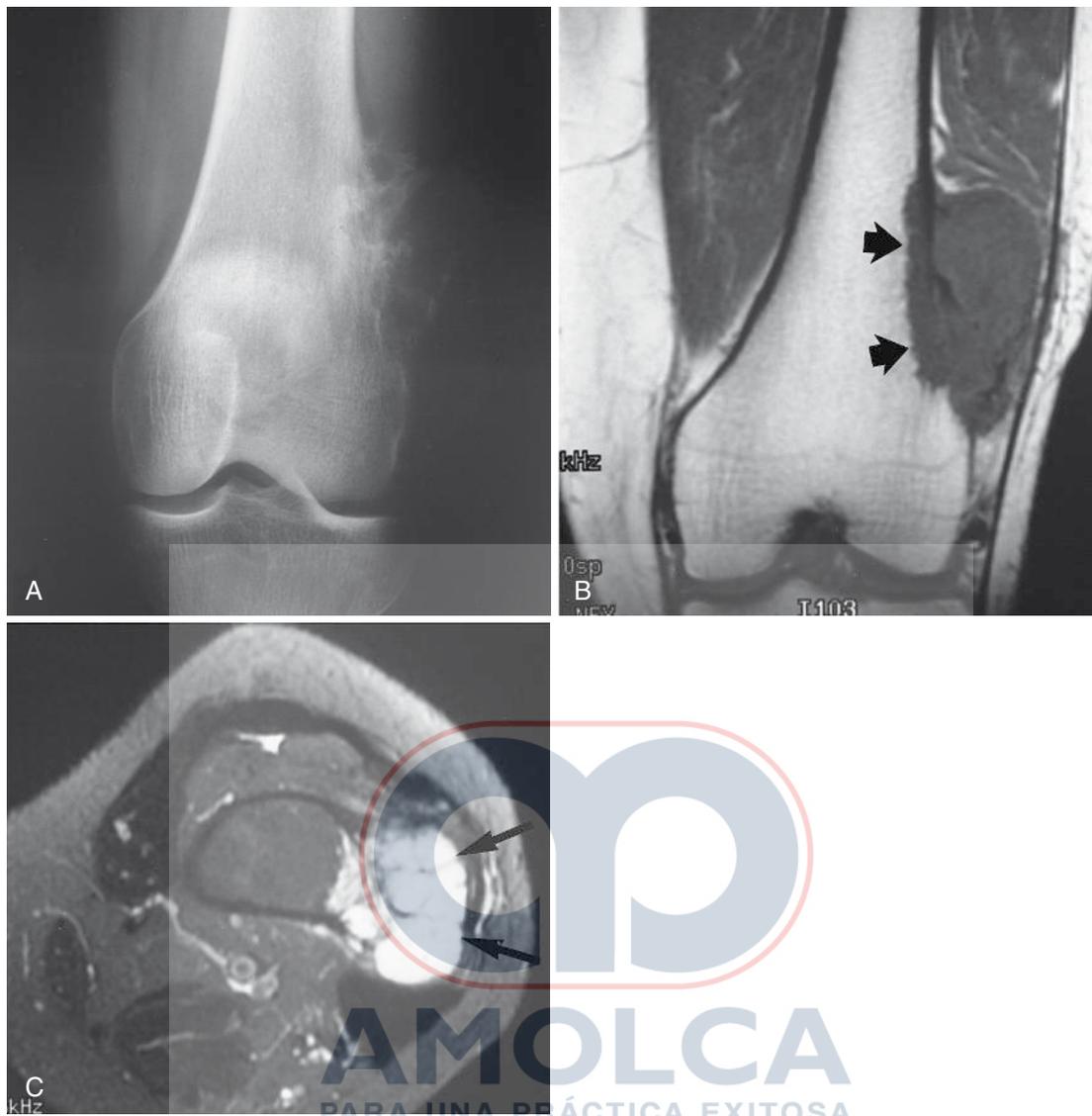


FIGURA 2-47 Condrosarcoma que surge en el osteocondroma. **A**, radiografía revela osificación irregular a lo largo de la exostosis del fémur distal. **B**, imagen coronal ponderada en T1 muestra una señal medular hipointensa dentro de la lesión y la extensión de esta señal anormal en el canal medular del fémur (flechas). **C**, imagen axial ponderada en T2 con supresión grasa muestra hiperintensidad típica del tejido neoplásico (flechas), en contraste con los tejidos normales circundantes.

la MRI a la vanguardia de los métodos imagenológicos de tumores musculoesqueléticos. La excelente delineación de la médula ósea es muy útil en definir la extensión tumoral y planificar la cirugía y radioterapia. La MRI es con frecuencia útil en definir procesos agresivos versus indolentes; sin embargo, la contribución de las radiografías de rutina no se puede exagerar. En imagenología tumoral, la interpretación de estudios MRI sin radiografías es arriesgado.

La mayoría de exámenes de MRI oncológicos son realizados tras la detección radiográfica de una lesión ósea o el descubrimiento de una masa de tejidos blandos palpable en el ámbito clínico. Ya sea imágenes de neoplasias óseas o de tejidos blandos, los conceptos básicos son similares. Si la lesión es lo suficientemente pequeña (<20 cm), la técnica de bobina de superficie es preferida. De forma usual, las imágenes de masas más grandes o lesiones en la pelvis o en el muslo se obtienen mejor con bobinas corporales o con una bobina de torso Phased-Array. Las imágenes deben ser realizadas en al menos dos planos, de los cuales uno debe ser axial (o transversal). Este

plano es muy útil para ayudar a definir la relación de la lesión con músculos cercanos y estructuras neurovasculares y demuestra la extensión extraósea de tumores óseos. La anatomía compartimental también es mejor demostrada en este plano de imagen. Las imágenes sagitales o coronales definen la extensión proximal y distal de la afectación ósea o tejidos blandos. Las series ponderadas en T1 son útiles en identificar áreas de médula reemplazadas por edema. Las series ponderadas en T2 delimitan la extensión a tejidos blandos, dado que la mayoría de neoplasias se vuelven hiperintensas en contraste al músculo y grasa circundante (figuras 2-46 y 2-47). La adición de técnicas supresoras de grasa, cuando están disponibles, pueden ser invaluable en la definición de focos sutiles de tumor o edema. El papel del gadolinio intravenoso en el estudio de la oncología musculoesquelética está en expansión. En la evaluación de las masas de tejidos blandos, el realce con contraste, en las series ponderadas en T1, puede diferenciar lesiones sólidas de quísticas y puede asistir en la planificación de biopsia mediante la distinción de tumores activos de

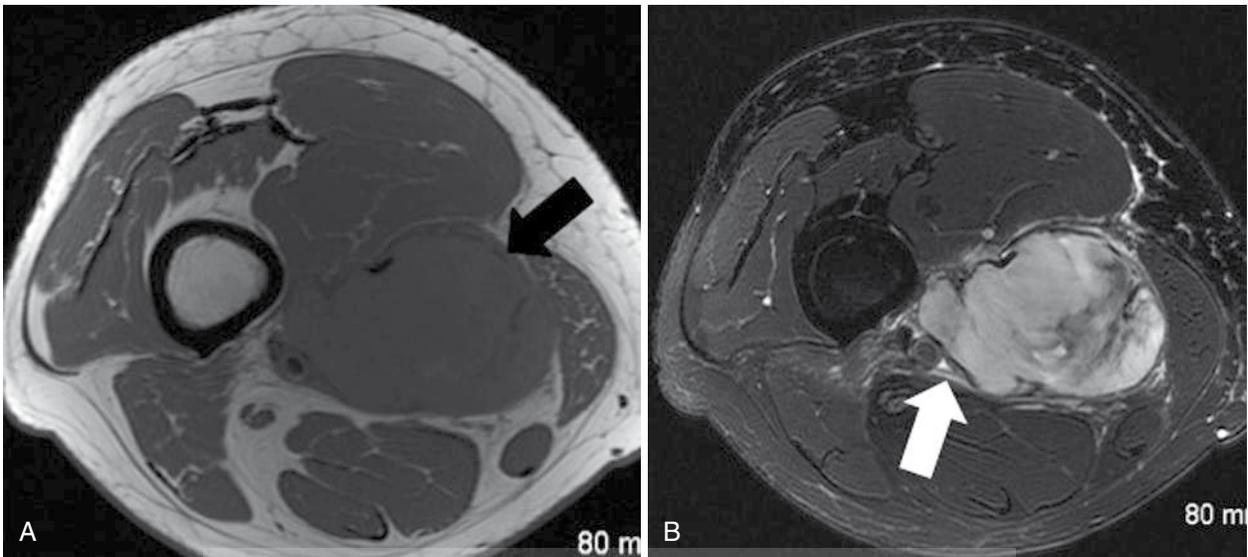


FIGURA 2-48 Sarcoma sinovial del musculo. **A**, imagen axial ponderada en T1 revela una masa grande y bien definida (*flecha*), en el músculo adyacente isointenso en el compartimiento posterior profundo de la mitad del musculo. **B**, imagen axial ponderada en T2 con supresión grasa muestra una lesión hiperintensa bien definida que limita con la estructura neurovascular (*flecha*).



FIGURA 2-49 Lipoma intramuscular del músculo sóleo. **A**, imagen coronal ponderada en T1 a través de la pantorrilla muestra una marcada infiltración grasa del músculo sóleo (*flecha*). **B**, imagen coronal de inversión-recuperación coronal muestra la supresión completa de la señal de grasa dentro de la masa. Las fibras musculares muestran un poco más de señal que la grasa oscura (*flecha*).

necróticos. Por desgracia, debido a que un tumor activo, edema tumoral y tejido de granulación demuestran realce, este realce no puede diferenciar tumores de cambios reactivos circundantes. El realce con contraste dinámico se ha mostrado prometedor en diferenciar tumores de edema circundante basado en las tasas de realce relativo, pero esta técnica no está ampliamente disponible. En la actualidad, el uso rutinario de gadolinio intravenoso en la evaluación inicial de neoplasias es probable que no sea necesario. Por el contrario, en un paciente que se ha sometido a cirugía, la presencia de áreas medulares de realce de contraste en el lecho quirúrgico es sugestivo de neoplasia recurrente o residual y el uso de gadolinio intravenoso es recomendado en estos pacientes. La angiografía MR preoperatoria con realce con gadolinio puede proporcionar información importante con respecto al suministro sanguíneo de lesiones muy vasculares.

El diagnóstico diferencial de la mayoría de los tumores óseos se deriva de radiografías de rutina y el papel de la MRI es definir la extensión de la enfermedad. Con la excepción de lesiones densamente escleróticas, como el osteoma osteoide, la MRI ha reemplazado la CT para la evaluación de tumores esqueléticos.

La detección de masas de tejidos blandos es más dependiente de la historia y el examen físico, gracias a la poca frecuencia de anomalías radiográficas. La mayoría de lesiones de tejidos blandos presentan una apariencia inespecífica en la MRI, por lo regular isointensa para el músculo en las series ponderadas en T1, e hiperintensa para músculo y grasa en las series ponderadas en T2 (figura 2-48). Ciertas lesiones no exhiben patrones de señal que permitan un diagnóstico específico de tejido. Por ejemplo, los lipomas de tejidos blandos revelan una señal grasa de intensidad homogénea en todas las

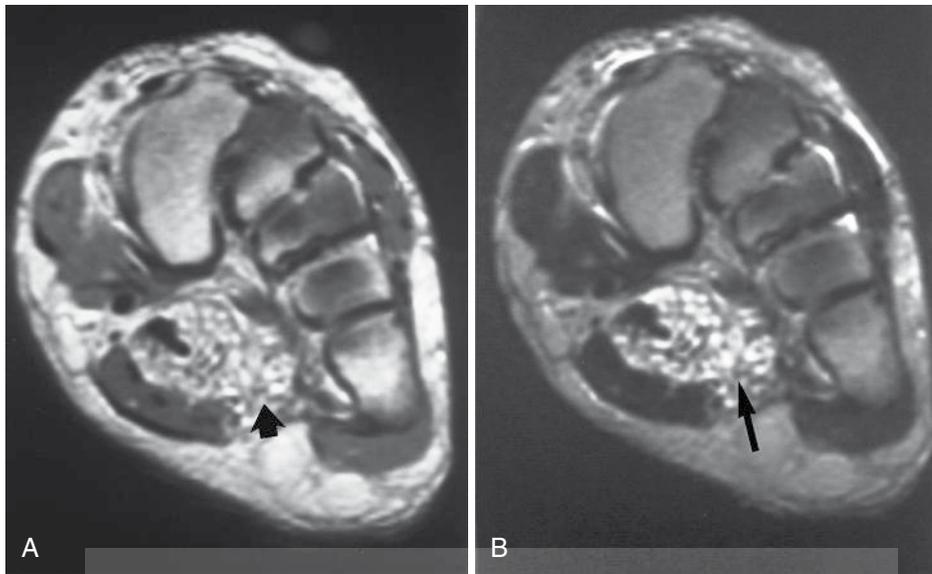


FIGURA 2-50 Hemangioma de tejido blando de pie. **A**, imagen coronal ponderada en T1 del medio pie muestra una masa infiltrante de señal aumentada heterogénea (*flecha*). **B**, imagen ponderada en T2 con supresión grasa correspondiente muestra un aumento notable de la señal dentro de la masa (*flecha*). La morfología y las características de la señal de esta lesión (señal hiperintensa T1 y T2) son típicas de los hemangiomas.



FIGURA 2-51 Sinovitis villonodular pigmentada. **A**, imagen sagital ponderada en T1 del codo muestra un tejido blando lobulado de intermedio a hipointenso distribuido de forma difusa a lo largo de la membrana sinovial. **B**, imágenes ponderadas en T2 revelan una dramática disminución típica de la señal a lo largo de estas masas (*flecha*), debido a la presencia de hemosiderina.

secuencias (figura 2-49). De hecho, los lipomas subcutáneos son notoriamente difíciles de obtener en imagen, dada la falta de contraste con la grasa subcutánea circundante. Ciertos subtipos de liposarcoma exhiben regiones de señal grasa y no grasa. Por consiguiente, el diagnóstico de lipoma debe ser restringido a esas lesiones que contengan solo grasa y septas fibrosas casi imperceptibles. Al igual que sus homólogos intraóseos, los hemangiomas de tejidos blandos muestran áreas de señal brillante tanto en las series ponderadas en T1 como en T2 (figura 2-50). Estas características de señal resultan de la presencia de grasa y grandes cantidades de flujo lento sanguíneo dentro de la lesión. Situada dentro o alrededor de

las articulaciones, la sinovitis villonodular pigmentada revela marcada hipointensidad en las series ponderadas en T2, debido a la presencia de hemosiderina (figura 2-51). En general, las masas malignas de tejidos blandos son bien definidas, subfasciales, grandes (>5 cm) y heterogéneas. Las excepciones a estas reglas son abundantes y la diferenciación entre enfermedad benigna y maligna debe hacerse con cautela.

CONCLUSIÓN

Esta discusión sobre MRI intenta resumir de manera breve su importante papel en la ortopedia. Dado que el campo en

crecimiento de la MRI musculoesquelética es mucho más amplio de lo que puede ser discutido en este texto, situaciones clínicas innumerables en las cuales la MRI puede ser usada no han sido discutidas. La investigación en curso define de forma continua nuevas indicaciones de MRI en pacientes ortopédicos. Es cierto que las mejorías continuas en equipos y softwares acortarán el tiempo y calidad de imagen. Las técnicas descritas en este capítulo están disponibles con la mayoría de sistemas de imagen comercial. Una calidad óptima de imagen puede ser obtenida solo cuando se presta atención meticulosa a la técnica por parte del radiólogo y el técnico en MRI. Una mayor interacción entre el ortopedista y el radiólogo asegurará que los estudios sean hechos apropiadamente para resolver el problema clínico específico.

REFERENCIAS

GENERAL

- Anderson SE, Steinbach LS, Schlicht S, et al: Magnetic resonance imaging of bone tumors and joints, *Top Magn Reson Imaging* 18:457, 2007.
- Kijowski R, Gold GE: Routine 3D magnetic resonance imaging of joints, *J Magn Reson Imaging* 33:758, 2011.
- Resnick D, Kand HS: *Internal derangement of joints*, Philadelphia, 2006, WB Saunders.
- Stoller DW: *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*, ed 3, Philadelphia, 2006, Lippincott Williams & Wilkins.

PIE Y TOBILLO

- Boonthathip M, Chen L, Trudell DJ, Resnick DL: Tibiofibular syndesmotom ligaments: MR arthrography in cadavers with anatomic correlation, *Radiology* 254:827, 2010.
- Chhabra A, Soldatos TR, Challan M, et al: 3-Tesla magnetic resonance imaging evaluation of posterior tibial tendon dysfunction with relevance to clinical staging, *J Foot Ankle Surg* 50:320, 2011.
- Collins MS, Felmlee JP: 3T magnetic resonance imaging of ankle and hind-foot tendon pathology, *Top Magn Reson Imaging* 20:175, 2009.
- Ferkel RD, Tyorkin M, Applegate GR, Heinen GT: MRI evaluation of anterolateral soft tissue impingement of the ankle, *Foot Ankle Int* 31:655, 2010.
- Gonzalez FM, Morrison WB: Magnetic resonance imaging of sports injuries involving the ankle, *Top Magn Reson Imaging* 24:205, 2015.
- Hembree WC, Wittstein JR, Vinson EN, et al: Magnetic resonance imaging features of osteochondral lesions of the talus, *Foot Ankle Int* 33:591, 2012.
- Joshy S, Abdulkadir U, Chaganti S, et al: Accuracy of MRI scan in the diagnosis of ligamentous and chondral pathology in the ankle, *Foot Ankle Surg* 16:78, 2010.
- Kanamoto T, Shiozaki Y, Tanaka Y, et al: The use of MRI in pre-operative evaluation of anterior talofibular ligament in chronic ankle instability, *Bone Joint Res* 3:241, 2014.
- Kapoor A, Page S, Lavalley M, et al: Magnetic resonance imaging for diagnosing foot osteomyelitis: a meta-analysis, *Arch Intern Med* 167:125, 2007.
- Kwon DG, Sung KH, Chung CY, et al: Associations between MRI findings and symptoms in patients with chronic ankle sprain, *J Foot Ankle Surg* 53:411, 2014.
- Nazarenko A, Beltran LS, Bencardino JT: Imaging evaluation of traumatic ligamentous injuries of the ankle and foot, *Radiol Clin North Am* 51:455, 2013.
- Perrich KD, Goodwin DW, Hecht PJ, Cheung Y: Ankle ligaments on MRI: appearance of normal and injured ligaments, *AJR Am J Roentgenol* 193:687, 2009.
- Petersen B, Fitzgerald J, Schreiberman K: Musculotendinous magnetic resonance imaging of the ankle, *Semin Roentgenol* 45:250, 2010.
- Reach JS Jr, Amrami KK, Felmlee JP, et al: The compartments of the foot: a 3-Tesla magnetic resonance imaging study with clinical correlates for needle pressure testing, *Foot Ankle Int* 28:584, 2007.

- Sung W, Weil L Jr, Weil LS, Rolfe RJ: Diagnosis of plantar plate injury by magnetic resonance imaging with reference to intraoperative findings, *J Foot Ankle Surg* 51:570, 2012.
- Yansouni CP, Mak A, Libman MD: Limitations of magnetic resonance imaging in the diagnosis of osteomyelitis underlying diabetic foot ulcers, *Clin Infect Dis* 48:135, 2009.

RODILLA

- Beall DP, Googe JD, Moss JT, et al: Magnetic resonance imaging of the collateral ligaments and the anatomic quadrants of the knee, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 15:53, 2007.
- Choi JY, Chang EY, Cunha GM, et al: Posterior medial meniscus root ligament lesions: MRI classification and associated findings, *AJR Am J Roentgenol* 203:1286, 2014.
- Choi SH, Bae S, Ji SK, Chang MJ: The MRI findings of meniscal root tear of the medial meniscus: emphasis on coronal, sagittal, and axial images, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:2098, 2012.
- Davis KW, Rosas HG, Graf BK: Magnetic resonance imaging and arthroscopic appearance of the menisci of the knee, *Clin Sports Med* 32:449, 2013.
- Galea A, Giuffre B, Dimmick S, et al: The accuracy of magnetic resonance imaging scanning and its influence on management decisions in knee surgery, *Arthroscopy* 25:473, 2009.
- Gnannt R, Chhabra A, Theodoropoulos JS, et al: MR imaging of the postoperative knee, *J Magn Reson Imaging* 34:1007, 2011.
- Hash TW: Magnetic resonance imaging of the knee, *Sports Health* 5:78, 2013.
- Kosy JD, Eyres KD, Toms AD: The value of magnetic resonance imaging in investigating a painful total knee arthroplasty, *J Arthroplasty* 26:977, 2011.
- Kuikka PI, Sillanpää P, Mattila VM, et al: Magnetic resonance imaging in acute traumatic and chronic meniscal tears of the knee: a diagnostic accuracy study in young adults, *Am J Sports Med* 37:1003, 2009.
- Lance V, Heilmeier UR, Joseph GB, et al: MR imaging characteristics and clinical symptoms related to displaced meniscal flap tears, *Skeletal Radiol* 44:375, 2015.
- Lin E: Magnetic resonance imaging of the knee: clinical significance of common findings, *Curr Probl Diagn Radiol* 39:152, 2010.
- Mohankumar R, White LM, Naraghi A: Pitfalls and pearls in MRI of the knee, *AJR Am J Roentgenol* 203:516, 2014.
- Naraghi A, White LM: MR imaging of cruciate ligaments, *Magn Reson Imaging Clin N Am* 22:557, 2014.
- Nicandri GT, Slaney SL, Neradilek MB, et al: Can magnetic resonance imaging predict posterior drawer laxity at the time of surgery in patients with knee dislocation or multiple-ligament knee injury?, *Am J Sports Med* 39:1053, 2011.
- Quatman CE, Hettrich CM, Schmitt LC, Spindler KP: The clinical utility and diagnostic performance of magnetic resonance imaging for identification of early and advanced knee osteoarthritis: a systematic review, *Am J Sports Med* 39:1557, 2011.
- Rosas HG: Magnetic resonance imaging of the meniscus, *Magn Reson Imaging Clin N Am* 22:493, 2014.
- Slattery T, Major N: Magnetic resonance imaging pitfalls and normal variations of the knee, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 18:675, 2010.
- Subhas N, Patel SH, Obuchowski NA, Jones MH: Value of knee MRI in the diagnosis and management of knee disorders, *Orthopedics* 37:e109, 2014.
- Tyler P, Dahir A, Saifuddin A: Magnetic resonance imaging of anatomical variations in the knee: Part 1. Ligamentous and musculotendinous, *Skeletal Radiol* 39:1161, 2010.
- Tyler P, Dahir A, Saifuddin A: Magnetic resonance imaging of anatomical variations in the knee: Part 2. Miscellaneous, *Skeletal Radiol* 39:1175, 2010.
- Van Dyck P, Vanhoenacker FM, Gielen JL, et al: Three Tesla magnetic resonance imaging of the anterior cruciate ligament of the knee: can we differentiate complete from partial tears?, *Skeletal Radiol* 40:701, 2011.
- Zheng L, Shi H, Feng Y, et al: Injury patterns of medial patellofemoral ligament and correlation analysis with articular cartilage lesions of the lateral

femoral condyle after acute lateral patellar dislocation in children and adolescents: an MRI evaluation, *Injury* 46:1137, 2015.

CADERA

- Anderson SE, Sienbenrock KA, Mamisch TC, Tannast M: Femoroacetabular impingement magnetic resonance imaging, *Top Magn Reson Imaging* 20:123, 2009.
- Chana R, Noorani A, Ashwood N, et al: The role of MRI in the diagnosis of proximal femoral fractures in the elderly, *Injury* 367:185, 2006.
- Cooper HJ, Ranawat AS, Potter HG, et al: Magnetic resonance imaging in the diagnosis and management of hip pain after total hip arthroplasty, *J Arthroplasty* 24:661, 2009.
- Fadul DA, Carrino JA: Imaging of femoroacetabular impingement, *J Bone Joint Surg* 91A(Suppl 1):138, 2009.
- Friedman T, Chen T, Chang A: MRI diagnosis of recurrent pigmented villonodular synovitis following total joint arthroplasty, *HSS J* 9:100, 2013.
- Gold SL, Burge AJ, Potter HG: MRI of hip cartilage: joint morphology, structure, and composition, *Clin Orthop Relat Res* 470:3321, 2012.
- Guanche CA: Clinical update: MR imaging of the hip, *Sports Med Arthrosc* 17:49, 2009.
- Hayter CL, Potter HG, Su EP: Imaging of metal-on-metal hip resurfacing, *Orthop Clin North Am* 42:195, 2011.
- Haubro M, Stougaard C, Torfing T, Overgaard S: Sensitivity and specificity of CT- and MRI-scanning in evaluation of occult fracture of the proximal femur, *Injury* 46:1557, 2015.
- Jazrawi LM, Alaia MJ, Chang G, et al: Advances in magnetic resonance imaging of articular cartilage, *J Am Acad Orthop Surg* 19:420, 2011.
- Kavanagh EC, Read P, Carty F, et al: Three-dimensional magnetic resonance imaging analysis of hip morphology in the assessment of femoral acetabular impingement, *Clin Radiol* 66:742, 2011.
- Kim HT, Oh MH, Lee JS: MR imaging as a supplement to traditional decision-making in the treatment of LCP disease, *J Pediatr Orthop* 31:246, 2011.
- Lee JH, Dyke JP, Ballon D, et al: Assessment of bone perfusion with contrast-enhanced magnetic resonance imaging, *Orthop Clin North Am* 40:249, 2009.
- Mamisch TC, Zilkens C, Siebenrock KA, et al: MRI of hip osteoarthritis and implications for surgery, *Radiol Clin North Am* 47:713, 2009.
- Miller TT: Imaging of hip arthroplasty, *Semin Musculoskelet Radiol* 10:30, 2006.
- Mosher TJ: Musculoskeletal imaging at 3T: current techniques and future applications, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 14:63, 2006.
- Nachtrab O, Cassar-Pullicino VN, Lalam R, et al: Role of MRI in hip fractures, including stress fractures, occult fractures, avulsion fractures, *Eur J Radiol* 81:3813, 2012.
- Naraghi A, White LM: MRI of labral and chondral lesions of the hip, *AJR Am J Roentgenol* 205:479, 2015.
- Newman JS, Newberg AH: MRI of the painful hip in athletes, *Clin Sports Med* 25:613, 2006.
- Petchprapa CN, Rosenberg ZS, Sconfienza LM, et al: MR imaging of entrapment neuropathies of the lower extremity: Part 1. The pelvis and hip, *Radiographics* 30:983, 2010.
- Potter HG, Schachar J: High resolution noncontrast MRI of the hip, *J Magn Reson Imaging* 31:268, 2010.
- Rakhra KS: Magnetic resonance imaging of acetabular tears, *J Bone Joint Surg* 93A(Suppl 2):28, 2011.
- Riley GM, McWalter EJ, Stevens KJ, et al: MRI of the hip for the evaluation of femoroacetabular impingement: past, present, and future, *J Magn Reson Imaging* 41:558, 2015.
- Robinson P: Conventional 3-T MRI and 1.5-T MR arthrography of femoroacetabular impingement, *AJR Am J Roentgenol* 199:509, 2012.
- Sutter R, Zubler V, Hoffman A, et al: Hip MRI: how useful is intraarticular contrast material for evaluating surgically proven lesions of the labrum and articular cartilage?, *AJR Am J Roentgenol* 202:160, 2014.
- Tannast M, Pleus F, Bonel H, et al: Magnetic resonance imaging in traumatic posterior hip dislocation, *J Orthop Trauma* 24:723, 2010.

Tosum O, Algin O, Yalcin N, et al: Ischiofemoral impingement: evaluation with new MRI parameters and assessment of their reliability, *Skeletal Radiol* 41:575, 2012.

Winalski CS, Aplarsian L: Imaging of articular cartilage injuries of the lower extremity, *Semin Musculoskelet Radiol* 12:283, 2008.

Zibis AH, Karantanas AH, Roidis NT, et al: The role of MR imaging in staging femoral head osteonecrosis, *Eur J Radiol* 63:3, 2007.

COLUMNA VERTEBRAL

- Ackland HM, Cooper DJ, Malham GM, Stuckey SL: Magnetic resonance imaging for clearing the cervical spine in unconscious intensive care trauma patients, *J Trauma* 60:668, 2006.
- Adams JM, Cockburn MI, Difaxio LT, et al: Spinal clearance in the difficult trauma patient: a role for screening MRI of the spine, *Am Surg* 72:101, 2006.
- Alyas F, Connell D, Saifuddin A: Upright positional MRI of the lumbar spine, *Clin Radiol* 63:1035, 2008.
- Bozzo A, Marcoux J, Radhakrishna M, et al: The role of magnetic resonance imaging in the management of acute spinal cord injury, *J Neurotrauma* 28:1401, 2011.
- Como JJ: The role of MRI in the clearance of the cervical spine in the obtunded blunt trauma patient, *J Trauma* 68:1269, 2010.
- Cousins JB, Haughton VM: Magnetic resonance imaging of the spine, *J Am Acad Orthop Surg* 17:22, 2009.
- Diab M, Landman Z, Lubicky J, et al: Use and outcome of MRI in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis, *Spine* 36:667, 2011.
- Durand DJ, Huisman TA, Carrino JA: MR imaging features of common variant spinal anatomy, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 18:717, 2010.
- Dutoit JC, Vanderkerken MA, Verstraete KL: Value of whole body MRI and dynamic contrast enhanced MRI in the diagnosis, follow-up and evaluation of disease activity and extent in multiple myeloma, *Eur J Radiol* 82:1444, 2013.
- Fehlings MG, Arvin B: Magnetic resonance imaging and outcome, *J Neurosurg Spine* 12:56, 2010.
- Ganiyusufoglu AK, Onat L, Karatoprak O, et al: Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging versus computed tomography in stress fractures of the lumbar spine, *Clin Radiol* 65:902, 2010.
- Goldberg AL, Kershah SM: Advances in imaging of vertebral and spinal cord injury, *J Spinal Cord Med* 33:105, 2010.
- Hanrahan CJ, Shah LM: MRI of spinal bone marrow: part 2, T1-weighted imaging-based differential diagnosis, *AJR Am J Roentgenol* 197:1309, 2011.
- Heo DH, Lee MS, Sheen SH, et al: Simple oblique lumbar magnetic resonance imaging technique and its diagnostic value for extraforaminal disc herniation, *Spine* 34:2419, 2009.
- Khalatbari K, Ansari H: MRI of degenerative cysts of the lumbar spine, *Clin Radiol* 63:322, 2008.
- Khanna P, Chau C, Dublin A, et al: The value of cervical magnetic resonance imaging in the evaluation of the obtunded or comatose patient with cervical trauma, no other abnormal neurological findings, and a normal cervical computed tomography, *J Trauma* 72:699, 2012.
- Land N, Su MY, Yu HJ, et al: Differentiation of myeloma and metastatic cancer in the spine using dynamic contrast-enhanced MRI, *Magn Reson Imaging* 31:1285, 2013.
- Lattig F, Fekete TF, Grob D, et al: Lumbar facet joint effusion in MRI: a sign of instability in degenerative spondylolisthesis?, *Eur Spine J* 21:276, 2012.
- Lee S, Lee JW, Yeom JS, et al: A practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis, *AJR Am J Roentgenol* 194:1095, 2010.
- Lurie JD, Tosteson AN, Tosteson TD, et al: Reliability of readings of magnetic resonance imaging features of lumbar spinal stenosis, *Spine* 33:1605, 2008.
- Machino M, Yukawa Y, Ito K, et al: Can magnetic resonance imaging reflect the prognosis in patients of cervical spinal cord injury without radiographic abnormality?, *Spine* 36:E1568, 2011.
- Murphy JM, Park P, Patel RD: Cost-effectiveness of MRI to assess for post-traumatic ligamentous cervical spine injury, *Orthopedics* 37:e148, 2014.

- Ostergaard M, Poggenborg RP, Axelsen MB, Pedersen SJ: Magnetic resonance imaging in spondyloarthritis—how to quantify findings and measure response, *Best Pract Res Clin Rheumatol* 24:637, 2010.
- Ozturk C, Karadereler S, Orneck I, et al: The role of routine magnetic resonance imaging in the preoperative evaluation of adolescent idiopathic scoliosis, *Int Orthop* 34:543, 2010.
- Park HJ, Kim SS, Chung EC, et al: Clinical correlation of a new practical MRI method for assessing cervical spinal canal compression, *AJR Am J Roentgenol* 199:W197, 2012.
- Pizones J, Castillo E: Assessment of acute thoracolumbar fractures: challenges in multidetector computed tomography and added value of emergency MRI, *Semin Musculoskelet Radiol* 17:389, 2013.
- Pizones J, Izquierdo E, Alvarez P, et al: Impact of magnetic resonance imaging on decision making for thoracolumbar traumatic fracture diagnosis and treatment, *Eur Spine J* 20(Suppl 3):390, 2011.
- Rihn JA, Yang N, Fisher C, et al: Using magnetic resonance imaging to accurately assess injury to the posterior ligamentous complex of the spine: a prospective comparison of the surgeon and radiologist, *J Neurosurg Spine* 12:391, 2010.
- Roudarsi B, Jarvik JG: Lumbar spine MRI for low back pain: indications and yield, *AJR Am J Roentgenol* 195:550, 2010.
- Saifuddin A, Blease S, MacSweeney E: Axial loaded MRI of the lumbar spine, *Clin Radiol* 58:661, 2003.
- Sarani B, Waring S, Sonnad S, Schwab CW: Magnetic resonance imaging is a useful adjunct in the evaluation of the cervical spine of injured patients, *J Trauma* 63:637, 2007.
- Savvopoulou V, Martis TG, Koureas A, et al: Degenerative endplate changes of the lumbosacral spine: dynamic contrast-enhanced MRI profiles related to age, sex, and spinal level, *J Magn Reson Imaging* 33:382, 2011.
- Schoenfeld AJ, Bono CM, McGuire KJ, et al: Computed tomography alone versus computed tomography and magnetic resonance imaging in the identification of occult injuries to the cervical spine: a meta-analysis, *J Trauma* 68:109, 2010.
- Shah LM, Hanrahan CJ: MRI of spinal bone marrow: part 1, techniques and normal age-related appearances, *AJR Am J Roentgenol* 197:1298, 2011.
- Sheehan NJ: Magnetic resonance imaging for low back pain: indications and limitations, *Ann Rheum Dis* 69:7, 2010.
- Solgaard Sorensen J, Kjaer P, Jensen ST, Andersen P: Low-field magnetic resonance imaging of the lumbar spine: reliability of qualitative evaluation of disc and muscle parameters, *Acta Radiol* 47:947, 2006.
- Soult MC, Weireter LJ, Britt RC, et al: MRI as an adjunct to cervical spine clearance: a utility analysis, *Am Surg* 78:741, 2012.
- Thurnher MM, Bammer R: Diffusion weighted magnetic resonance imaging of the spine and spinal cord, *Semin Roentgenol* 41:294, 2006.
- Weber U, Maksymowich WP: Sensitivity and specificity of magnetic resonance imaging for axial spondyloarthritis, *Am J Med Sci* 341:272, 2011.
- Gyftopoulos S, Yemin A, Beltran L, et al: Engaging Hill-Sachs lesion: is there an association between this lesion and findings on MRI?, *AJR Am J Roentgenol* 201:W633, 2013.
- Houtz CG, Schwartzberg RS, Barry JS, et al: Shoulder MRI accuracy in the community setting, *J Shoulder Elbow Surg* 20:537, 2011.
- Lee JC, Guy S, Connell D, et al: MRI of the rotator interval of the shoulder, *Clin Radiol* 62:416, 2007.
- Llopis E, Montesinos P, Guedez MT, et al: Normal shoulder MRI and MR arthrography: anatomy and technique, *Semin Musculoskelet Radiol* 19:212, 2015.
- Major NM, Browne J, Domzalski T, et al: Evaluation of the glenoid labrum with 3-T MRI: is intraarticular contrast necessary?, *AJR Am J Roentgenol* 196:1139, 2011.
- McNally EG, Rees JL: Imaging in shoulder disorders, *Skeletal Radiol* 36:1013, 2007.
- Murray PJ, Shafer BS: Clinical update: MR imaging of the shoulder, *Sports Med Arthrosc* 17:40, 2009.
- Parker BJ, Zlatkin MB, Newman JS, Rathur SK: Imaging of shoulder injuries in sports medicine: current protocols and concepts, *Clin Sports Med* 27:579, 2008.
- Petchprapa CN, Beltran LS, Jazrawi LM, et al: The rotator interval: a review of anatomy, function, and normal and abnormal MRI appearance, *AJR Am J Roentgenol* 195:567, 2010.
- Vasquez J, Kassarian A: MRI of shoulder trauma, *Semin Musculoskelet Radiol* 10:268, 2008.

CODO, MUÑECA Y MANO

- Amrami KK, Felmlee JP: 3-Tesla imaging of the wrist and hand: techniques and applications, *Semin Musculoskelet Radiol* 12:223, 2008.
- Behr B, Stadler J, Michaely HJ, et al: MR imaging of the human hand and wrist at 7 T, *Skeletal Radiol* 38:911, 2009.
- Bergh TH, Steen K, Lindau T, et al: Costs analysis and comparison of usefulness of acute MRI and 2 weeks of case immobilization for clinically suspected scaphoid fractures, *Acta Orthop* 86:303, 2015.
- Cunningham PM: MR imaging of trauma: elbow and wrist, *Semin Musculoskelet Radiol* 10:284, 2006.
- Datis A: MRI of the hand and fingers, *Top Magn Reson Imaging* 24:109, 2015.
- Festa A, Mulieri PJ, Newman JS, et al: Effectiveness of magnetic resonance imaging in detecting partial and complete distal biceps tendon rupture, *J Hand Surg [Am]* 35:77, 2010.
- Gupta P, Lenchik L, Wuertzer SD, Pacholke DA: High-resolution 3-T MRI of the fingers: review of anatomy and common tendon and ligament injuries, *AJR Am J Roentgenol* 204:W314, 2015.
- Krabben A, Stomp W, van Nies JA, et al: MRI-detected subclinical joint inflammation is associated with radiographic progression, *Ann Rheum Dis* 73:2034, 2014.
- Lisle DA, Shepherd GJ, Cowderoy GA, O'Connell PT: MR imaging of traumatic and overuse injuries of the wrist and hand in athletes, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 17:639, 2009.
- Magee T: Accuracy of 3-T MR arthrography versus conventional 3-T MRI of elbow tendons and ligaments compared with surgery, *AJR Am J Roentgenol* 204:W70, 2015.
- Mahmood A, Fountain J, Vasireddy N, Waseem M: Wrist MRI arthrogram v wrist arthroscopy: what are we finding?, *Open Orthop J* 6:194, 2012.
- Mallee W, Doornberg JN, Ring D, et al: Comparison of CT and MRI for diagnosis of suspected scaphoid fractures, *J Bone Joint Surg Am* 93:20, 2011.
- Malone WJ, Snowden R, Alvi F, Klena JC: Pitfalls of wrist MR imaging, *Magn Reson Imaging Clin N Am* 18:643, 2010.
- Mete BD, Gursoy M, Resnick D: A rare cause of posterolateral elbow pain: radio-humeral plica syndrome with typical MRI findings, *JBR-BTR* 97:371, 2014.
- Ouelette H, Bredella M, Labis J, et al: MR imaging of the elbow in baseball pitchers, *Skeletal Radiol* 37:115, 2008.
- Ringler MD: MRI of wrist ligaments, *J Hand Surg [Am]* 38:2034, 2013.
- Sampaio ML, Schweitzer ME: Elbow magnetic resonance imaging variants and pitfalls, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 18:633, 2010.
- Beltran LS, Bencardino JT, Steinbach LS: Postoperative MRI of the shoulder, *J Magn Reson Imaging* 40:1280, 2014.
- Bertin D: Imaging shoulder instability in the athlete, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 17:595, 2009.
- Cook TS, Stein JM, Simonson S, Kim W: Normal and variant anatomy of the shoulder on MRI, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 19:581, 2011.
- Farber A, Fayad L, Johnson T, et al: Magnetic resonance imaging of the shoulder: current techniques and spectrum of disease, *J Bone Joint Surg* 88A(Suppl 4):64, 2006.
- Fitzpatrick D, Walz DM: Shoulder MR imaging normal variants and imaging artifacts, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 18:615, 2010.
- Gazzola S, Bleakney RR: Current imaging of the rotator cuff, *Sports Med Arthrosc* 19:300, 2011.
- Giles JW, Owens BD, Athwal GS: Estimating glenoid width for instability-related bone loss: a CT evaluation of an MRI formula, *Am J Sports Med* 43:1726, 2015.
- Gyftopoulos S, Strauss EJ: MRI-arthroscopy correlation for shoulder anatomy and pathology: a teaching guide, *AJR Am J Roentgenol* 204:W684, 2015.

- Simonson S, Lott K, Major NM: Magnetic resonance imaging of the elbow, *Semin Roentgenol* 45:180, 2010.
- Stein JM, Cook TS, Simonson S, Kim W: Normal and variant anatomy of the wrist and hand on MR imaging, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 19:595, 2011.
- Stevens KJ, McNally EG: Magnetic resonance imaging of the elbow in athletes, *Clin Sports Med* 29:521, 2010.
- Taljanovic MS, Malan JJ, Sheppard JE: Normal anatomy of the extrinsic capsular wrist ligaments by 3-T MRI and high-resolution ultrasonography, *Semin Musculoskelet Radiol* 16:104, 2012.
- Tsujimoto Y, Ryoike K, Yamagami N, et al: Delineation of extensor tendon of the hand by MRI: usefulness of “soap-bubble” mip processing technique, *Hand Surg* 20:93, 2015.
- Walton MJ, Mackie K, Fallon M, et al: The reliability and validity of magnetic resonance imaging in the assessment of chronic lateral epicondylitis, *J Hand Surg [Am]* 36:475, 2011.

TUMORES

- Bancroft LW: Postoperative tumor imaging, *Semin Musculoskelet Radiol* 15:425, 2011.
- Bearman FD, Kransdorf MJ, Andrews TR, et al: Superficial soft tissue masses: analysis, diagnosis, and differential consideration, *Radiographics* 27:509, 2007.
- Costa FM, Ferreira EC, Vianna EM: Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for the evaluation of musculoskeletal tumors, *Magn Reson Imaging Clin North Am* 19:159, 2011.
- Daniel A, Ullah E, Wahab S, Kumar V: Relevance of MRI in prediction of malignancy of musculoskeletal system—a prospective evaluation, *BMC Musculoskelet Disord* 10:125, 2009.
- D’Ippolito G, Torres LR, Saito Filho CF, Ferreira RM: CT and MRI in monitoring response: state-of-the-art and future developments, *Q J Nucl Med Mol Imaging* 55:603, 2011.
- Heck RK, O’Malley AM, Kellum EL, et al: Errors in the MRI evaluation of musculoskeletal tumors and tumorlike lesions, *Clin Orthop Relat Res* 459:28, 2007.
- Padhani AR, Makris A, Gall P, et al: Therapy monitoring of skeletal metastases with whole-body diffusion MRI, *J Magn Reson Imaging* 39:1049, 2014.
- Papp DF, Khanna AJ, McCarthy EF, et al: Magnetic resonance imaging of soft tissue tumors: determinate and indeterminate lesions, *J Bone Joint Surg* 89A(Suppl 3):103, 2007.
- Subhawong TK, Jacobs MA, Fayad LM: Insights into quantitative diffusion-weighted MRI for musculoskeletal tumor imaging, *AJR Am J Roentgenol* 203:560, 2014.
- Vandergutten S, Traore SY, Cartiaux O, et al: MRI evaluation of resection margins in bone tumour surgery, *Sarcoma* 2014:967848, 2014.
- Van Vliet M, Kliffen M, Krestin GP, et al: Soft tissue sarcomas at a glance: clinical, histological, and MR imaging features of malignant extremity soft tissue tumors, *Eur Radiol* 19:1499, 2009. Supplemental References

La lista de referencias complementarias está disponible en la página web de Amolca.

