

Ultrasonografía del Sistema
Musculoesquelético

Correlación con Resonancia Magnética

Renato A. Sernik

Editor:
Giovanni Guido Cerri




AMOLCA


REVINTER

IMAGENOLOGÍA, RADIOLOGÍA Y ULTRASONIDO

Para una Práctica Exitosa

- **Ultrasonografía Abdominal**
Cerri Guido Giovanni
- **PET/CT Fundamentos**
Colmener Román Luis Felipe
- **Ultrasonografía de Pequeñas Partes**
de Cássio Saito Osmar
- **Ultrasonografía de Tiroides y Paratiroides**
de Cássio Saito Osmar
- **Técnicas Radiológicas Convencionales - Guía Práctica**
de Oliveira Neto Antonio
- **Ultrasonido Endoscópico - Atlas y Manual Introductorio**
Dietrich Christoph F.
- **Ecografía Fetal 2**
Colección de Medicina Fetal y Perinatal - Semana 11-14 de Embarazo
Gallo Manuel
- **Resonancia Magnética Osteomuscular**
Godigna Collet Víctor
- **Ultrasonido Peroperatorio Diagnóstico e Interventivo**
Harmon Dominic
- **Diagnóstico Vascular con Ultrasonido - Referencias Clínicas con Casos de Estudio - Volumen 1: Vasos Cerebrales Periféricos - Segunda Edición**
Hennerici Michael G.
- **Imagenología en Cáncer de Cabeza y Cuello**
Hermans Robert
- **Ultrasonido Quirúrgico - Un Abordaje Interdisciplinario para Cirujanos, Internistas y Técnicos en Ultrasonido**
Mantke René
- **Atlas Práctico de IRM - Tomo 1**
Mohan Reddy J. Jagan
- **Atlas Práctico de IRM - Tomo 2**
Mohan Reddy J. Jagan
- **Ultrasonografía Vascular**
Molnár László József
- **Atlas de Ultrasonografía**
Moreira Neto Raul
- **Atlas de Ecocardiografía Transesofágica - Segunda Edición**
Nanda Navin C
- **Diagnóstico Diferencial en Ultrasonido - Atlas para la Enseñanza**
Schmidt Guenter
- **Resonancia Magnética del Hígado - Técnicas Imagenológicas, Técnicas con Contraste y Diagnóstico Diferencial - Segunda Edición**
Schneider Günther
- **Ultrasonido en Obstetricia, Ginecología e Infertilidad 3D/4D - Paso a Paso**
Singh Kuldeep
- **Ecocardiografía - Principios y Aplicaciones Clínicas**
Suaide Silva, Carlos Eduardo
- **Atlas IRM de Ortopedia y Traumatología de Rodilla**
Teller Peter

Ultrasonografía del

**SISTEMA
MUSCULOESQUELÉTICO**
Correlación con Resonancia Magnética

Renato A. Sernik

Médico Radiólogo del Instituto de Radiología (InRad) del Hospital de Clínicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo (HC – FMUSP).
Doctorado en Medicina por la Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo (FMUSP)

Giovanni Guido Cerri

Profesor Titular del Departamento de Radiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo (FMUSP).
Director del Instituto de Radiología (InRad) del Hospital de Clínicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo (HC – FMUSP)
Director General del Instituto del Cáncer del Estado de São Paulo
Director del Área de Diagnóstico por Imagen del Hospital Sirio-Libanés, SP

AMOLCA
PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA

SERIE ULTRASONOGRAFÍA

Editor

Giovanni Guido Cerri

2010



COLABORADORES

Adrianna Loduca

Doctorado en Psicología Clínica por la PUC-SP
Docente de la Facultad de Psicología de la PUC-SP
Psicóloga Investigadora del Centro del Dolor del HC-FMUSP
Psicóloga del Centro de Funcionalidad y Dolor (CFDor), SP

Ana Cláudia Ferreira Rosa

Jefe de la División de Ultrasonografía del Centro de Diagnóstico por Imagen del Hospital de Accidentados (Clínica Santa Isabel) de Goiânia, Goiás
Médico Radiólogo de la Clínica CENTERRAD, Goiás
Doctorado en Radiología por el Departamento de Radiología de la FMUSP
Miembro Titular del Colegio Brasileiro de Radiología

Andresa Braga Baiak

Médico Radiólogo del Hospital San Vicente, PR
Médico Radiólogo del Hospital Sugisawa, PR

Cláudio Samuelian

Psicólogo del Grupo de Dolor del Hospital Novo Atibaia y del CFDor, SP
Psicólogo Investigador en el Centro de Dolor del HC-FMUSP

Claudia A. Abicalaf

Médico Radiólogo Asistente del Instituto de Ortopedia y Traumatología de la FMUSP

Edegmar Nunes Costa

Profesor y Jefe del Grupo de Tobillo y Pie del Departamento de Ortopedia de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Goiás.
Miembro del Grupo de Tobillo y Pie del Hospital de Accidentados (Clínica Santa Isabel) de Goiânia

Fábio Abílio Gomes de Almeida

Médico Radiólogo de los Hospitales Santa Helena y Edmundo Vasconcelos

Flávio Albertotti

Médico Radiólogo del Fleury Medicina y Salud

João Eduardo Barile Ascencio

Miembro Titular de la Sociedad Brasileira de Ortopedia y Traumatología
Miembro Asociado de la Sociedad Brasileira de Ultrasonografía
Miembro Honorario de la Sociedad Argentina de Ecografía y Ultrasonografía

Lin Tchia Yeng

Médico Fisiatra Responsable por el Sector de Rehabilitación del Centro de Dolor y del Grupo de Dolor del Instituto de Ortopedia y Traumatología del Hospital de Clínicas de la FMUSP

Luiz Guilherme de C. Hartmann

Médico Colaborador del Departamento de Diagnóstico por Imagen de la UNIFESP – EPM
Radiólogo del Hospital São Luiz, SP y del DASA – Diagnóstico de las Américas
Coordinador del Sector Musculoesquelético del Complejo Hospitalario São Luiz, SP

Malcom C. Botteon

Médico Residente de Medicina Física y Rehabilitación del HC-FMUSP
Licenciado en Deportes por la Escuela de Educación Física y Deportes de la USP

Manoel Jacobsen Teixeira

Médico Neurocirujano
Doctorado en Neurología por el Departamento de Neurología de la FMUSP
Profesor Titular de Neurocirugía del Departamento de Neurología de la FMUSP
Director de la División de Neurocirugía Funcional del Instituto de Psiquiatría del Hospital de las Clínicas

Marcelo Bordalo Rodrigues

Médico Radiólogo, Director del Instituto de Ortopedia y Traumatología del Hospital de las Clínicas de la FMUSP

Márcio M. Machado

Jefe del Centro de Diagnóstico por Imágenes del Hospital de Accidentados (Clínica Santa Isabel) de Goiânia
Médico Radiólogo Director de la Clínica CENTERAD, Goiás
Médico Radiólogo Titular del Departamento de Enfermedades del Aparato Digestivo del Hospital Araújo Jorge (Hospital del Cáncer) de la Asociación de Combate al Cáncer en Goiás
Doctorado en Radiología por el Departamento de Radiología de la FMUSP
Miembro Titular del Colegio Brasileiro de Radiología

Mário Yoshihide Kuwae

Médico Ortopedista y Jefe del Grupo de Mano y de Microcirugía del Departamento de Ortopedia de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Goiás
Miembro del Grupo de Mano y Microcirugía del Hospital de Accidentados (Clínica Santa Isabel) de Goiânia

Oswaldo Farina

Miembro Titular del Colegio Brasileiro de Radiología y de la Asociación Gaúcha de Radiología
Médico Radiólogo de las Clínicas Ecosson y Resson, RS

Sérgio Keidi Kodaira

Médico Asistente Doctor del Instituto de Radiología (InRad) del Hospital de las Clínicas de la Facultad de la Universidad de São Paulo

Solange Cunha

Médico Reumatólogo
Investigadora Colaboradora del Grupo de Dolor del Hospital de las Clínicas de la FMUSP

Telma Regina Mariotti Zakka

Médico Ginecóloga
Investigadora del Centro de Dolor del Hospital de las Clínicas de la FMUSP

Válney Luiz da Rocha

Profesor y Jefe del Grupo de Cadera del Departamento de Ortopedia de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Goiás
Miembro del Grupo de Cadera del Hospital de Accidentados (Clínica Santa Isabel) de Goiânia

Walther Yoshiharu Ishikawa

Miembro Asistente del Instituto de Radiología (InRad) del Hospital de las Clínicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo

William Frank Lin

Miembro Titular de Radiología por el Colegio Brasileiro de Radiología
Médico Radiólogo del Hospital Santa Catarina, SP
Médico Radiólogo del Fleury Medicina y Salud, SP



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1	ARTIMAÑAS	102
<i>Fábio A. Gomes de Almeida • Sérgio Keidi Kodaira • Renato A. Sernik</i>		Diagnósticos diferenciales del hombro doloroso ...	102
ULTRASONOGRAFÍA	1	Amiloidosis	103
RESONANCIA MAGNÉTICA.....	1	ARTRITIS REUMATOIDE	106
US Y RM EN EL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO	3	FRACTURAS DEL TUBÉRCULO MAYOR DEL HÚMERO...	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3	NEUROPATÍAS COMPRESIVAS	108
• Capítulo 1		Síndrome de encarceramiento del nervio	
HOMBRO		supraescapular.....	108
<i>Renato A. Sernik</i>		Síndrome del espacio cuadrilateral	108
INTRODUCCIÓN.....	5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANATOMÍA.....	5	BIBLIOGRAFÍA	112
Tendones	5	• Capítulo 2	
Bolsas sinoviales.....	8	CODO	
TÉCNICA DE EXAMEN.....	9	<i>Flávio Albertotti • Renato A. Sernik • Márcio M. Machado</i>	
ETIOPATOGENIA	24	INTRODUCCIÓN.....	115
Factores intrínsecos.....	24	ANATOMÍA.....	115
Factores extrínsecos	25	TÉCNICA.....	117
Inserción anómala del tendón del pectoral menor...	26	LESIONES EXTRAARTICULARES	134
DIAGNÓSTICO	26	Tendinopatías	134
Hallazgos ultrasonográficos	29	Lesiones ligamentarias e inestabilidad articular.....	143
IMPACTO.....	29	Bursitis.....	146
TENDINOPATÍA (TENDINOSIS)	29	Neuropatías	148
Tendinopatía calcificada o calcárea (TEC).....	29	LESIONES INTRAARTICULARES	157
RUPTURAS	36	Derrame articular	157
Hallazgos ultrasonográficos	41	Sinovitis	158
TRATAMIENTO	56	Cuerpos libres.....	158
EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA DEL MANGUITO		Lesiones osteocartilaginosas.....	159
ROTADOR EN EL POSTOPERATORIO	56	BIBLIOGRAFÍA	161
Acromioplastia.....	57	• Capítulo 3	
Acromioplastia asociada a reparación del		MUÑECA Y MANO	
manguito rotador	58	<i>Renato A. Sernik • Claudia A. Abicalaf</i>	
Lesiones del tendón de la cabeza larga del		<i>Luiz Guilherme de C. Hartmann • Márcio M. Machado</i>	
bíceps braquial	65	INTRODUCCIÓN.....	163
ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL.....	78	ANATOMÍA Y TÉCNICA DE EXAMEN.....	163
Inestabilidad	78	Muñeca	163
ANATOMÍA, TÉCNICA DE EXAMEN Y ASPECTO		QUIRODÁCTILOS	173
ULTRASONOGRÁFICO	80	Complejo flexor de los dedos.....	173
Inestabilidad posterior.....	80	Sistema de poleas de los flexores de los dedos	176
Inestabilidad anterior	80	Aparato (complejo) extensor	177
ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR.....	90	VARIANTES ANATÓMICAS	180
“OS ACROMIALE” (ACROMIO BIPARTIDO).....	93	Óseas	180
Inestabilidad	93	Musculares y tendinosas	181
Alteración degenerativa	101	Vasculares.....	187
Impacto	101	Nerviosas	188
Osteólisis de la clavícula	101		
“POWER” DOPPLER	101		

TENOSINOVITIS, PARATENDINOSIS Y TENDINOPATÍAS..	189
Tenosinovitis de De Quervain	192
Tendón extensor ulnar del carpo	197
TENDÓN EXTENSOR LARGO DEL PULGAR	199
TENDÓN FLEXOR ULNAR DEL CARPO.....	199
SÍNDROME DE LA INTERSECCIÓN DEL ANTEBRAZO ...	200
RUPTURAS TENDINOSAS.....	202
Tendones flexores	202
Aparato extensor de los dedos.....	203
LESIÓN DE LAS POLEAS ANULARES DIGITALES	211
DEDO EN "GATILLO"	213
COMPLEJO CÁPSULO LIGAMENTARIO DE LOS DEDOS ...	217
Lesión de la placa volar	218
Lesión de los complejos ligamentarios colaterales IFP e IFD	220
"Gamekeeper's thumb" (pulgar del esquiador) ...	220
Ligamento escafosemilunar.....	227
Fibrocartilago triangular.....	228
NEUROPATÍAS COMPRESIVAS	230
Síndrome del túnel del carpo	230
Síndrome del canal de Guyon	237
Síndrome del "martillo hipotenar"	237
LESIONES EXPANSIVAS.....	239
Quistes gangliónicos.....	240
Tumor de células gigantes tenosinovial localizado....	246
Hemangiomas/malformaciones vasculares.....	246
Lipomas.....	249
Tumor glómico.....	251
Tumores fibrosos y fibrohistiocíticos benignos	252
EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA DE LAS	
FRACTURAS.....	254
Técnica	254
Diagnóstico	254
BIBLIOGRAFÍA	255

• **Capítulo 4**
CADERA **259**

Renato A. Sernik – João Eduardo Barile Ascencio

INTRODUCCIÓN.....	259
ANATOMÍA.....	259
DISPLASIA DEL DESARROLLO DE LA CADERA (DDQ)....	260
Etiología	260
Diagnóstico	261
Tratamiento	273
DERRAME ARTICULAR	276
SINOVITIS TRANSITORIA DE LA CADERA	276
ARTRITIS SÉPTICA	278
ENFERMEDAD DE LEGG-CALVÉ-PERTHES	280
LESIONES AVULSIVAS DE LOS CENTROS DE	
OSIFICACIÓN SECUNDARIOS (APÓFISIS)	282
LESIONES TENDINOSAS, MUSCULARES Y BURSALES ...	282
Cadera anterior	284
Cadera lateral	295
Cadera posterior	309
ARTROPLASTIA DE LA CADERA.....	313
BIBLIOGRAFÍA	315

• **Capítulo 5**
RODILLA **317**

Williams Frank Lin - Renato A. Sernik

INTRODUCCIÓN.....	317
ANATOMÍA.....	317
ULTRASONOGRAFÍA	320
Técnica de examen	320
TENDINOPATÍAS.....	336
Tendón del cuádriceps femoral.....	336
Tendón patelar.....	338
Enfermedades de Osgood-Schlatter y de Sinding-Larsen-Johansson	340
SÍNDROME DE LA BANDA (TRACTO) ILIOTIBIAL.....	341
LESIONES LIGAMENTARIAS	345
Ligamento colateral medial	345
Canto postero-lateral	348
Ligamentos cruzados	349
ENFERMEDADES SINOVIALES	352
Bursitis.....	352
Quiste de Baker	357
Derrame articular	360
Sinovia articular	362
LESIONES OSTEOCONDRALES Y CONDRALES	364
Osteoartritis y artritis crónicas	364
MENISCOS.....	368
Extrusión	369
Quistes	369
NEUROPATÍA COMPRESIVA EN EL TÚNEL FIBULAR ...	369
QUISTES GANGLIÓNICOS.....	372
ANEURISMA DE LA ARTERIA POPLÍTEA	372
BIBLIOGRAFÍA	373

• **Capítulo 6**
TOBILLO Y PIE **375**

*Renato A. Sernik • Marcelo Bordalo Rodrigues
Ana Cláudia Ferreira Rosa • Márcio M. Machado*

INTRODUCCIÓN.....	375
TERMINOLOGÍA	375
EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA	375
TOBILLO ANTERIOR.....	376
Tendones extensores y tibial anterior	376
Articulación tibiotalar (receso anterior).....	380
Ligamento tibiofibular anterior.....	380
TOBILLO LATERAL	384
Tendones fibulares	384
Complejo ligamentario lateral	397
Seno del tarso.....	407
Articulación talocalcaneonavicular	407
TOBILLO MEDIAL	411
Tendones de los músculos profundos de la pantorrilla..	411
Osículo navicular accesorio	416
Túnel del tarso.....	417
Complejo ligamentario medial	422
TOBILLO POSTERIOR	426
Bolsas sinoviales.....	426
Tendón del calcáneo	426
Músculo soleo accesorio	446

REGIÓN PLANTAR	447		
Fascia plantar.....	447		
CONDICIONES ESPECÍFICAS.....	454		
Neuroma de Morton.....	454		
Artritis reumatoide.....	459		
Quistes periarticulares.....	459		
Sinovitis vellonodular pigmentada.....	459		
Cuerpos extraños.....	460		
BIBLIOGRAFÍA.....	462		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	463		
• Capítulo 7			
MÚSCULO	467		
<i>Márcio M. Machado • Renato A. Sernik</i>			
<i>Ana Cláudia Ferreira Rosa</i>			
INTRODUCCIÓN.....	467		
ANATOMÍA.....	467		
TÉCNICA.....	468		
ENFERMEDADES MUSCULARES	470		
Denervación/atrofia.....	470		
Post-ejercicio.....	473		
Miositis.....	473		
Dolor muscular de inicio tardío.....	473		
Traumatismo.....	473		
Condiciones específicas	490		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	497		
• Capítulo 8			
NERVIOS PERIFÉRICOS	499		
<i>Andresa Braga Baiak • Renato A. Sernik</i>			
INTRODUCCIÓN.....	499		
ANATOMÍA.....	499		
ASPECTO ULTRASONOGRÁFICO	500		
PLEXO BRAQUIAL	502		
Anatomía	502		
Técnica de examen	502		
Lesiones del plexo braquial	505		
MIEMBROS SUPERIORES	507		
Nervio mediano	507		
Nervio ulnar.....	507		
Nervio radial	508		
MIEMBROS INFERIORES.....	510		
Nervio ciático.....	510		
Nervio fibular común	511		
Nervio tibial	511		
LESIONES TUMORALES Y PSEUDOTUMORALES.....	512		
Hamartoma fibrolipomatoso	512		
Neuromas.....	513		
Neuroma de Morton.....	513		
Tumores periféricos de la vaina neural.....	515		
ALTERACIONES POSTOPERATORIAS	519		
HANSENIASIS.....	519		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	522		
• Capítulo 9			
TRASTORNOS OSTEOMUSCULARES			
RELACIONADOS AL TRABAJO (DORT)	525		
<i>Lin Tchia Yeng • Manoel Jacobsen Teixeira</i>			
<i>Telma Regina Mariotti Zakka • Adrianna Loduca</i>			
<i>Cláudio Samuelian</i>			
INTRODUCCIÓN.....	525		
CONCEPTO.....	525		
ASPECTOS HISTÓRICOS	525		
EPIDEMIOLOGÍA	526		
IMPACTO SOCIOECONÓMICO Y LEGISLACIÓN			
DE LOS DORT	526		
FISIOPATOLOGÍA.....	527		
Factores biomecánicos.....	527		
Factores psicosociales.....	528		
Factores organizacionales del trabajo	528		
Predisposición individual o familiar	528		
DIAGNÓSTICO	528		
CUADRO CLÍNICO	529		
EXAMEN FÍSICO.....	529		
PRINCIPALES SÍNDROMES CLÍNICOS.....	530		
Afecciones del aparato locomotor.....	530		
Neuropatías	531		
Quistes sinoviales/gangliónicos.....	532		
Dedo en gatillo	532		
Dolor difuso inespecífico de los miembros			
superiores (DDIMS)	532		
Diagnóstico diferencial y condiciones asociadas....	532		
TRATAMIENTO	533		
Tratamiento medicamentoso.....	533		
Rehabilitación.....	534		
Tratamiento quirúrgico.....	535		
Tratamiento psicológico	535		
Otros procedimientos.....	535		
RESUMEN	536		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	536		
• Capítulo 10			
HUESO	539		
<i>Renato A. Sernik</i>			
INTRODUCCIÓN.....	539		
ANATOMÍA.....	539		
INTERPRETACIÓN ULTRASONOGRÁFICA.....	539		
FRACTURAS.....	541		
CONSOLIDACIÓN DE LAS FRACTURAS.....	544		
ALARGAMIENTO ÓSEO.....	547		
Aspecto ultrasonográfico	547		
OSTEOMIELITIS	547		
BIBLIOGRAFÍA.....	549		
ÍNDICE REMISIVO	551		

Fábio Abílio Gomes de Almeida • Sérgio Keidi Kodaira • Renato A. Sernik

ULTRASONOGRAFÍA

Desde su descubrimiento, la ultrasonografía (US) viene ganando espacio de manera continua y progresiva en el abordaje diagnóstico en diversas áreas, sea en el seguimiento prenatal de una embarazada, sea ayudando en procedimientos invasivos y terapéuticos. Tal hecho se debe a una suma de factores que van desde su bajo costo relativo, hasta ventajas relacionadas con las propias características técnicas del método, como la ausencia de radiación ionizante, la posibilidad de obtención de imágenes multiplanares de alta resolución en tiempo real, aliada a la portabilidad de los aparatos más nuevos.¹

La base física de la formación de imágenes de los estudios ultrasonográficos está en la llamada piezoelectricidad, que es la propiedad física de una estructura de transformar impulsos eléctricos en energía sonora y viceversa. Los responsables de estos atributos en la ultrasonografía, son los cristales de cerámica presentes en los transductores. Tales cristales, cuando son estimulados por un impulso eléctrico, se deforman y vibran emitiendo ondas sonoras con frecuencia por encima de las audibles por el ser humano. Estas ondas, al pasar por los diversos tejidos, pueden ser reflejadas, refractadas, dispersadas o absorbidas, estando estos efectos vinculados a diversas características de los tejidos como: regularidad de su superficie, densidad tecidual y alteración de la velocidad del sonido al pasar de una superficie hacia la otra.^{1,2} Una parte de la energía sonora, no absorbida por los tejidos, retorna a los cristales emisores. Esos mismos cristales transforman la energía sonora en impulsos eléctricos, que serán decodificados e interpretados por el computador, formando la imagen que usamos para fines diagnósticos.^{1,2}

Hoy, existe un arsenal de transductores que poseen características distintas que permiten aplicarlos en diversos abordajes diagnósticos. La principal distinción entre estos transductores está en la banda de frecuencia que poseen. Se sabe, que cuanto mayor es la frecuencia de las ondas sonoras emitidas por un transductor, mayor será la definición de las imágenes generadas por las ondas que regresan a los cristales, aunque su poder de penetración sea menor. Lo contrario es cierto para las ondas de baja frecuencia, que poseen buena penetración tecidual, pero baja resolución de las imágenes generadas. De este modo, estructuras superficiales, como la mayoría de los tendones, ligamentos, nervios y músculos, son estudiadas con transductores lineales de alta frecuencia (7,5 a 17 MHz), a diferencia de los órganos intrabdominales.¹

Una importante limitación del método, actualmente superada por los avances tecnológicos, era el campo de visión restringido, que impedía la visualización panorámica de una

estructura de grandes proporciones. En los equipos más recientes, la opción de realizar imágenes de manera dinámica, posibilita mejor evaluación del tamaño y del posicionamiento de una lesión en el interior de un tendón o músculo.

RESONANCIA MAGNÉTICA

El impacto de la resonancia magnética en la evolución del diagnóstico por imágenes puede ser comparado con el descubrimiento de los RX por Roentgen al final del siglo XIX.

La adquisición de imágenes por la resonancia magnética envuelve principios físicos complejos y sofisticados que no pertenecen al objetivo de esta obra, pero que serán, en la medida de lo posible, simplificados didácticamente a continuación.

A diferencia de los RX, en que la energía transmitida por los electrones es la responsable de la adquisición de las imágenes, en la RM es el núcleo atómico, más precisamente el protón, el elemento principal. Los protones de elementos con número atómico impar son excitables y capaces de producir energía por medio de movimientos rotacionales en su propio eje (*spin*). Dentro de estos protones, el del hidrógeno es el que más nos interesa, especialmente los contenidos en el agua libre del cuerpo humano, pues a partir del movimiento de estos protones es que son adquiridas las imágenes de RM.

La energía de cada protón puede ser representada por un vector, que posee un tamaño y una dirección. Fuera de un campo magnético potente, la orientación de los vectores de los protones de hidrógeno es aleatoria (Fig. 1-1).³ Sin embargo, si son colocados en un campo magnético potente, como en los equipos de RM, los vectores de los protones de hidrógeno del agua tienden a alinearse paralelamente a este campo (Fig. 1-2). Esta armonía puede ser perturbada por un pulso de radiofrecuencia, que promoverá la reorientación de estos vectores con relación al campo magnético (Fig. 1-3).^{3,4} Una vez que cesa el pulso de radiofrecuencia, existe una tendencia de los protones de hidrógeno de realinearse con los campos magnéticos (relajamiento), con velocidad variable de acuerdo con la energía generada en los diferentes elementos. Esta diferencia de velocidad y energía, puede ser captada e interpretada electrónicamente, generando la contrastación tecidual necesaria para la formación de las imágenes.^{3,5}

Este tiempo de relajación, que difiere de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas de los diferentes tejidos, puede ser analizado por los diferentes parámetros, denominados T1 y T2. Las imágenes ponderadas ("pesadas") en T1 son obtenidas según la relación del protón con el ambiente químico a su alrededor. El tiempo de relajación T1 está relacionado con la capacidad del protón en ceder y

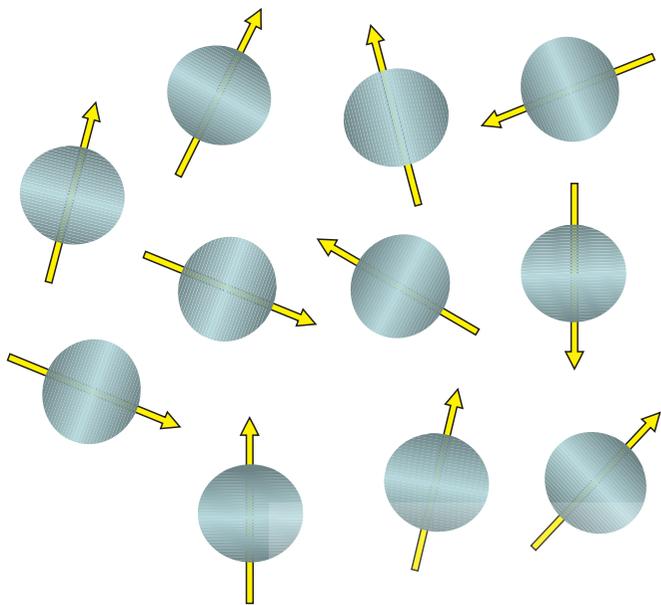


FIGURA I-1. Ilustración de los protones de hidrógeno con sus respectivos vectores, orientados aleatoriamente.

absorber energía del tejido en que está, que dependerá de la frecuencia (velocidad angular) con que este protón se mueve en su propio eje. Las imágenes ponderadas en T2 dependen de la interacción de los protones con los demás núcleos atómicos a su alrededor.⁴⁻⁵

En la ultrasonografía, una estructura es comparada a la otra utilizándose la ecogenicidad como parámetro. En la resonancia magnética, el término usado es señal.

En el sistema musculoesquelético, la señal del músculo es la referencia de comparación. Así, los tejidos pueden presentarse como isoseñal, si la señal fuera semejante a la del músculo, baja (hipo) señal o alta (híper) señal. Generalmente, las lesiones, sean traumáticas o tumorales, se manifiestan por el aumento del contenido de agua libre, siendo fácilmente identificables por la RM por presentar un T1 largo y T2 largo, traducidas en las imágenes por una baja señal en T1 y alta señal en T2. Actualmente, para aumentar la sensibilidad en la detección de las lesiones, se ha utilizado, tanto el contraste (gadolinio) como las secuencias en que es realizada la supresión de la señal de grasa (*fat sat*), volviendo más conspicuo el límite entre el tejido normal y el alterado (Fig. 1-4)

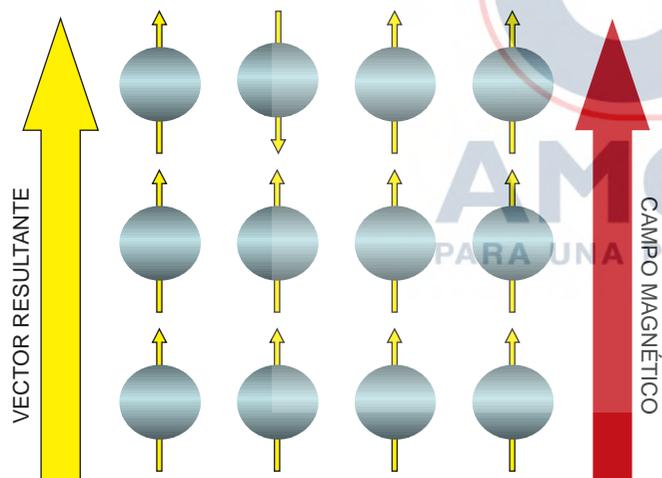


FIGURA I-2. Alineación de los vectores de los protones de hidrógeno del agua, cuando son sometidos a un campo magnético potente.

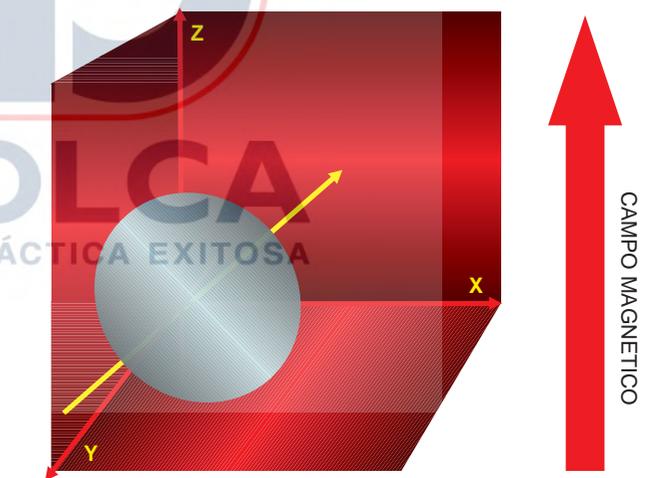


FIGURA I-3. El vector del protón de hidrógeno del agua cambia su orientación cuando es sometido al pulso de radiofrecuencia.

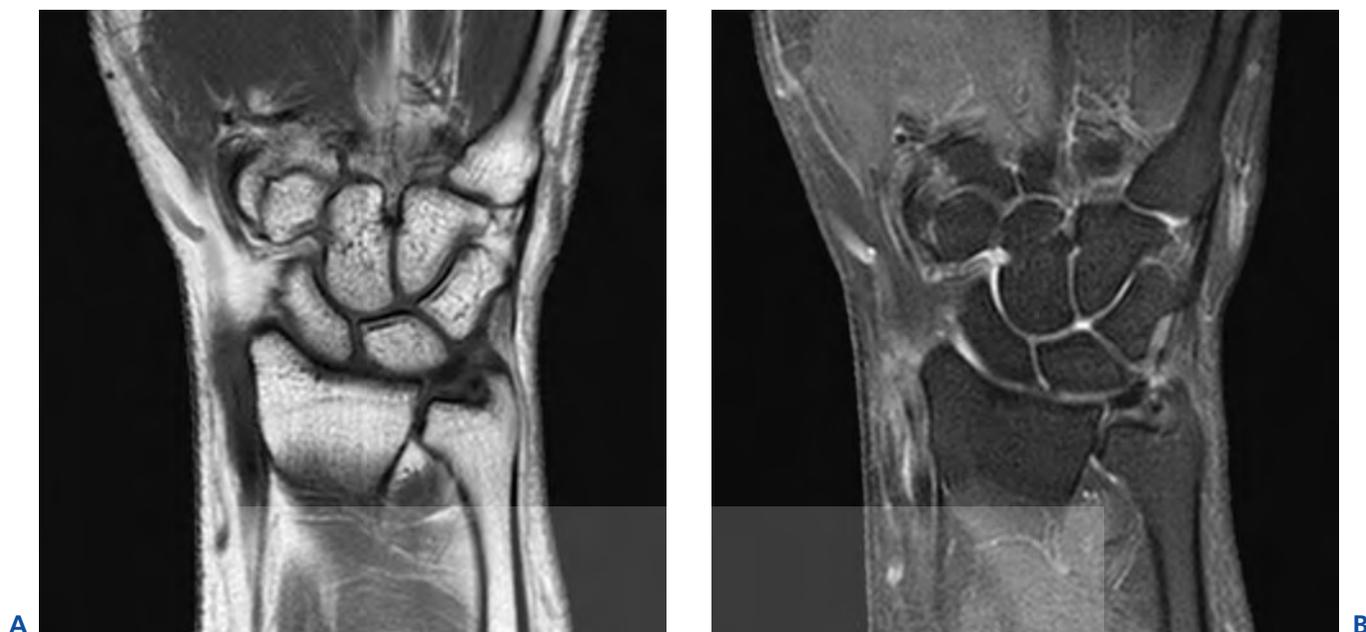


FIGURA 1-4. Resonancia magnética de la muñeca (plano coronal). (A) T1. (B) T2 (*fat sat*).

Secuencias/ Estructuras	Hueso (cortical)	Cartilago articular	Fibrocartilago	Tendones y ligamentos	Músculo	Líquido	Grasa
Señal en T1	Baja	Intermedia	Baja	Baja	Iso	Baja	Alta
Señal en T2 (<i>fat sat</i>)	Baja	Intermedia	Baja	Baja	Iso	Alta	Baja

US Y RM EN EL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

Las estructuras musculoesqueléticas (huesos, músculos, tendones y ligamentos) tienen características propias en la ultrasonografía y en la resonancia magnética. El aspecto

ultrasonográfico será descrito en cada capítulo que abordaremos. Para facilitar la comprensión de las imágenes de RM, mostramos en el cuadro a continuación las principales características de señal de cada una de ellas.⁶

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Middleton WD, Kurtz AB, Hertzberg BS. *Ultrasound: the requisites*. 2nd ed. St Louis: Mosby, 2004.
- Zagzebski JA. *Physics and instrumentation in doppler and B-Mode ultrasonography in introduction to vascular ultrasonography*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2005.
- Rocha MS. *Introdução e anatomia normal in tomografia computadorizada ressonância magnética gastroenterologia*. São Paulo: Savier, 1997.
- Rinck PA. *Ressonância magnética: european magnetic resonance forum*. 5th ed. São Paulo: Santos, 2004.
- Berquist TH. *MRI of musculoskeletal system*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- Kaplan PA, Helms CA, Dussault R et al. *Musculoskeletal MRI*. Philadelphia: Saunders Company, 2001.

Renato A. Sernik

INTRODUCCIÓN

El hombro es la articulación de mayor movilidad en el cuerpo humano, permitiendo movimientos aislados o combinados del miembro superior como flexión/extensión, rotación interna/externa, aducción/abducción y circunducción. Esas características proporcionan mayor oportunidad de recurrencia de lesiones osteoarticulares y musculotendinosas, haciendo del dolor en el hombro una de las consultas, no traumáticas, más comunes para el ortopedista.

ANATOMÍA

► Tendones

Manguito rotador

El manguito rotador representa al grupo muscular más profundo de la articulación del hombro, formando una unidad funcional única, que involucra la cabeza humeral, colaborando en la estabilidad de la articulación glenohumeral y en los movimientos realizados por el miembro superior. Está compuesto por los músculos supraespal (abductor del brazo), subescapular (rotador interno), infraespal y redondo menor (rotadores externos).²⁴ Los tendones se unen a 15 mm de las inserciones en los tubérculos mayor y menor del húmero, no separables con la disección (Matava et al., 2005). El espesor medial de los tendones varía de 5-12 mm. En relación al lado contralateral, la diferencia tolerada como normal es de 2 mm. Variaciones por encima de ese límite deben ser consideradas patológicas.⁴

El músculo subescapular, el más anterior de los componentes del manguito rotador, se origina en la superficie anterior y profunda de la escápula, como un músculo multitendinoso, de forma triangular, permeado por los fascículos musculares, cruzando la articulación glenohumeral, para insertarse en el tubérculo menor del húmero.¹¹

Los rotadores externos y el músculo supraespal tienen origen en la región posterior de la escápula; el supraespal en la fosa supraespal; el infraespal en la fosa infraespal; y el redondo menor en el margen lateral del cuerpo de la escápula. Todos terminan en el tubérculo mayor del húmero por medio de tendones: el del músculo supraespal se inserta en la cara anterior del tubérculo mayor, y los del infraespal y del redondo menor posteroinferiormente, pudiendo observarse, en algunos individuos, la fusión de los tendones del infraespal y del redondo menor (Fig. 1-1).²¹

Algunas particularidades anatómicas relacionadas con los tendones del supraespal y del infraespal deben conocerse, pues pueden interferir en el aspecto ultrasonográfico normal, especialmente del tendón del supraespal. Los tendones del supraespal e infraespal están compuestos por

5 capas (Armfield et al., 2003; Matava et al., 2005) (Fig. 1-2): 1. superficial con 1 mm de espesor, conteniendo arteriolas y la prolongación superior del ligamento coracohumeral; 2. la capa principal del tendón (más gruesa) paralela a su trayecto en dirección al tubérculo mayor del húmero, midiendo de 3 a 5 mm de espesor; 3. una capa menos organizada que la capa 2, con 3 mm de espesor, donde se observa el entrelazamiento de las fibras de los tendones del supraespal y del infraespal en un ángulo aproximado de 45°; 4. representa la prolongación inferior del ligamento coracohumeral en forma de cordón profundo y grueso; 5. la capa más profunda representada por la cápsula articular glenohumeral.

Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial

El tendón de la cabeza larga del bíceps braquial, a pesar de no formar parte del manguito rotador, representa una estructura fundamental en el estudio ultrasonográfico del hombro, pues sirve como punto de referencia inicial para su realización. Se origina en el interior de la articulación glenohumeral, en el tubérculo supraglenoides y en el polo superior del labio de la glenoides, inaccesibles a la mayoría de los exámenes ultrasonográficos. Presenta trayecto anterior y descendente, debajo de la cápsula articular y encima de la sinovial que reviste la articulación glenohumeral, entrando en un área triangular desprovista de tendones, denominada intervalo de los rotadores. Esa porción del tendón, referida como intraarticular, cruza la cabeza y el cuello anatómico del húmero, sitio de inserción de la cápsula articular.^{6,23} En ese punto tiene inicio la porción extraarticular, situada en el interior del surco bicipital o intertubercular.

El surco bicipital corresponde a una depresión ósea semicircular, limitada medialmente por el tubérculo menor y, lateralmente, por el tubérculo mayor del húmero, con una profundidad media de 4,6 mm y ancho de 14 mm. Exhibe un ángulo medio entre su suelo y la pared medial del surco de aproximadamente 56°, medida importante en la evaluación de los surcos cortos.²³

El tendón mide cerca de 9 cm de longitud, con un espesor promedio de 3,3 a 4,7 mm, dependiendo del sexo y del grado de actividad física del individuo.^{16,29} Las 2 porciones del tendón no poseen longitudes definidas, variando de acuerdo con la posición del brazo: en abducción máxima, se reduce drásticamente el tamaño de la porción intraarticular, sucediendo lo contrario en posición de aducción y extensión. Muestra una peculiaridad anatómica importante: la porción intraarticular es extrasinovial, y la extraarticular, rodeada por una vaina sinovial que se comunica con la articulación glenohumeral, terminando en un fondo ciego a 3 cm del surco bicipital.

Su nutrición se da por la difusión del líquido presente en la vaina sinovial y por un vaso que penetra en el tendón a través de un mesotendón, que surge en la porción posterolateral del surco, formado por el encuentro de las hojas visceral y parietal de la vaina tendinosa. (Fig. 1-3).

En lo que respecta a su función, el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial participa en la abducción del hombro, coaptando la cabeza humeral en la glenoides por medio de la contracción de sus fibras (Kapandji, 2000). Para la ejecución de esa función, es fundamental que se mantenga estable durante los diversos movimientos del hombro.

Tal estabilidad está dada por algunas estructuras, divididas didácticamente en extraarticulares e intraarticulares.

Estabilizadores extraarticulares

- Configuración cóncava del surco bicapital.
- Ligamentos transverso y falciforme del húmero: ambos corresponden a prolongaciones tendinosas de los músculos subescapular y pectoral mayor, respectivamente, cruzando, anteriormente, el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial para fijarse en el labio lateral del surco intertubercular.²³

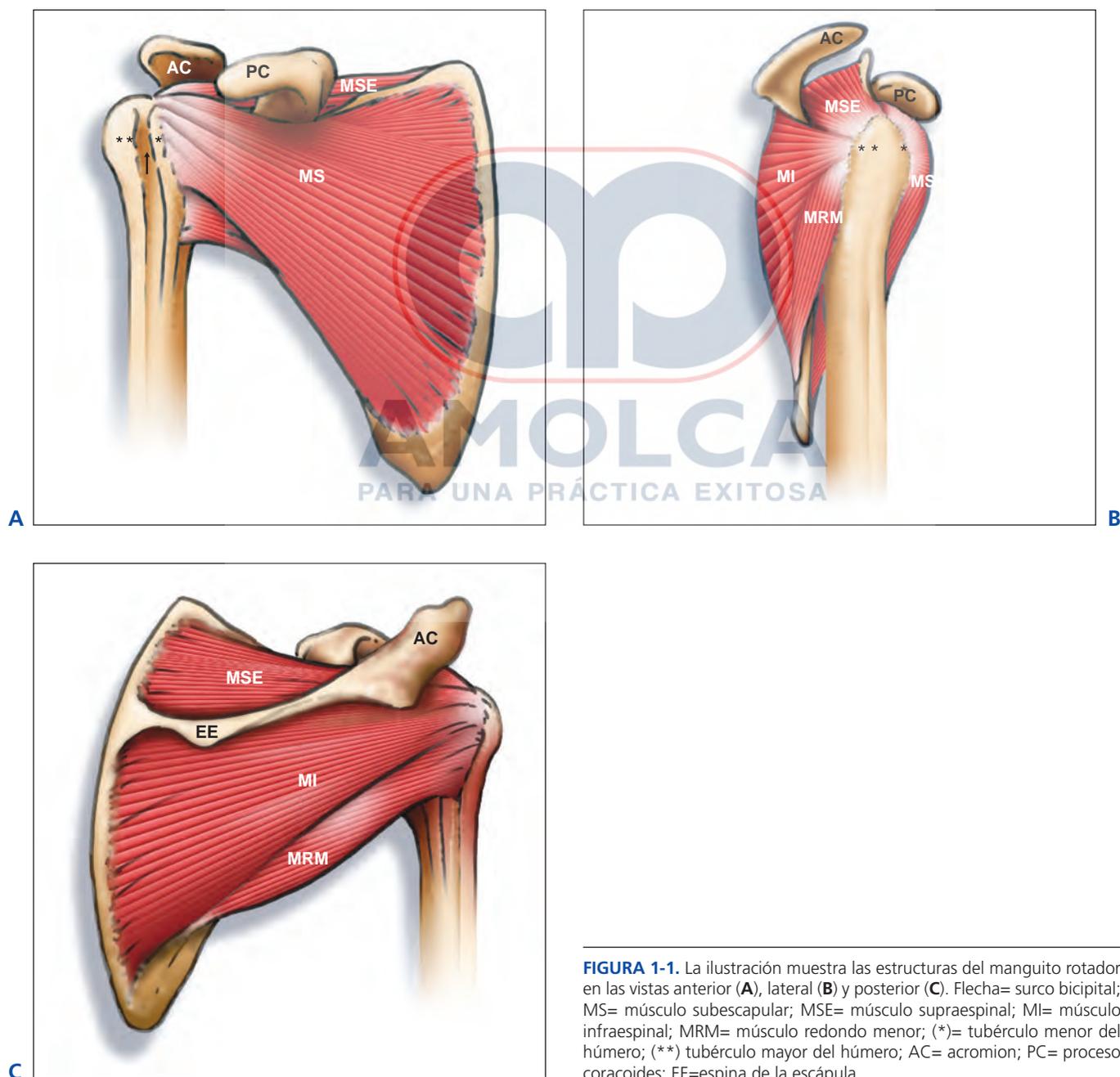


FIGURA 1-1. La ilustración muestra las estructuras del manguito rotador en las vistas anterior (A), lateral (B) y posterior (C). Flecha= surco bicapital; MS= músculo subescapular; MSE= músculo supraespal; MI= músculo infraespal; MRM= músculo redondo menor; (*)= tubérculo menor del húmero; (**) tubérculo mayor del húmero; AC= acromion; PC= proceso coracoides; EE=espina de la escápula.

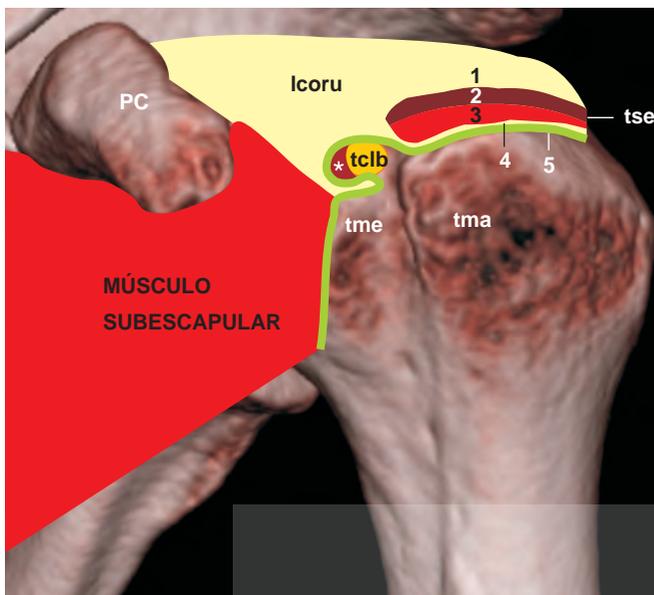


FIGURA 1-2. La ilustración muestra el intervalo de los rotadores, la vaina ligamentaria del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial y las capas del tendón del supraespal. Observar la delaminación del ligamento coracohumeral (lcoru) dando origen a 2 capas del tendón del músculo supraespal (tse): capas 1 y 4. PC= proceso coracoideus; tme= tubérculo menor del húmero; tma= tubérculo mayor del húmero; (*) ligamento glenohumeral superior; tclb= tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. 2, 3 y 5= capas que componen al tendón del músculo supraespal. La capa 5 corresponde a la cápsula articular glenohumeral.

Estabilizadores intraarticulares

Los estabilizadores de la porción intraarticular del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial están localizados en el interior del intervalo rotador, espacio limitado en su parte inferior por el borde superior del tendón subescapular, en la parte superior por el borde anterior del tendón del supraespal, en el medio por la base del proceso coracoideus y por el ligamento transversal del húmero. Tales estructuras incluyen (Morag et al., 2005):

- Las fibras de los tendones de los músculos subescapular y supraespal.
- La porción anterior de la cápsula articular glenohumeral.
- La vaina ligamentaria del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial: compuesta por los ligamentos coracohumeral y glenohumeral superior, formando una especie de túnel ligamentario y funcionando como un sistema de poleas a través del cual el tendón se desliza durante la contracción muscular.

El ligamento coracohumeral tiene su origen en el aspecto lateral de la base del proceso coracoideus, formando dos bandas que recubrirán al tendón. La banda menor se fija en el tubérculo menor del húmero, en las fibras superiores del tendón subescapular y en el ligamento transversal del húmero. La banda mayor se inserta en el tubérculo mayor del húmero, sufriendo una delaminación lateralmente, dando origen a las capas 1 y 4 del tendón del supraespal, asumiendo una forma semejante a la letra "Y", distando 1,1 a 1,5 cm del tubérculo mayor del húmero. Esta extensión lateral del ligamento coracohumeral, llamada cabo rotador, involucra a las fibras más distales, tanto de los tendones del supraespal como del infraespal, región hipovascularizada denominada zona crítica o creciente rotador, como se verá posteriormente en este capítulo. Con un trayecto perpendicular al de los tendones del manguito rotador, el cabo rotador tiene como función principal la absorción de las fuerzas de estrés a las que el manguito rotador es sometido. Su importancia aumenta con el avance de la edad, en virtud del adelgazamiento progresivo del creciente rotador. Así, rupturas pequeñas del manguito rotador tendrán repercusión biomecánica diferente, dependiendo de la integridad, o no, del cabo rotador (Morag et al., 2006)^{4,9}

El ligamento glenohumeral superior limita en el medio y en el inferior con la vaina ligamentaria, presentándose envuelto por el ligamento coracohumeral. Se origina en el tubérculo supraglenoide, insertándose distalmente en el tubérculo menor del húmero (Figs. 1-2 y 1-4).

Los tendones de las cabezas larga y corta del bíceps braquial, que se originan en el proceso coracoideus, se unen para formar un tendón común próximo al codo, cuya inserción se produce en la tuberosidad del radio.

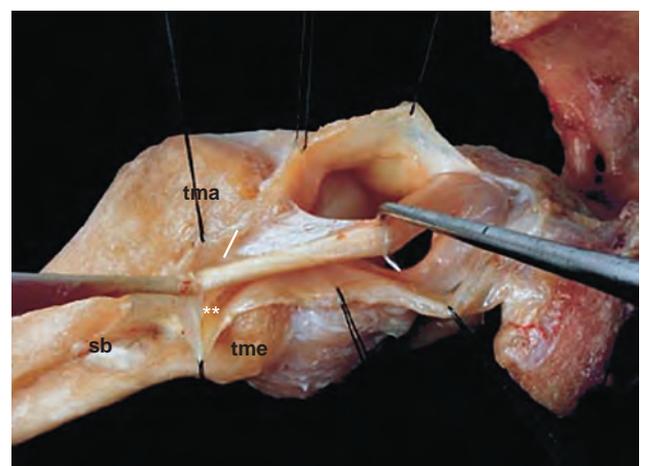
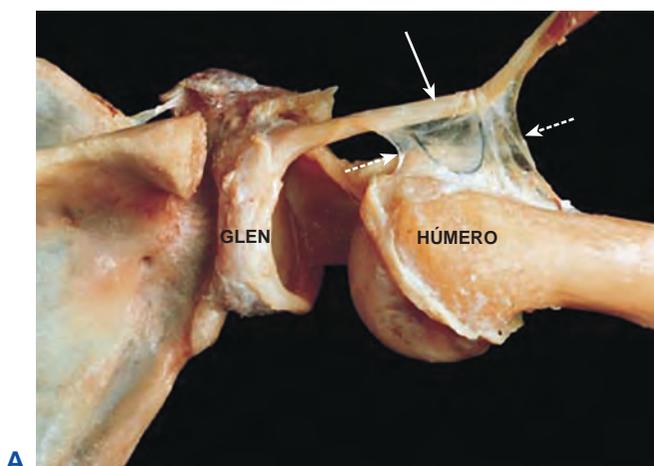


FIGURA 1-3. Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. tme= tubérculo menor del húmero; tma= tubérculo mayor del húmero; sb= surco bicipital; flecha continua= tendón de la cabeza larga del bíceps braquial; flecha discontinua= mesotendón; (**)= vaina sinovial del tclb retirada.

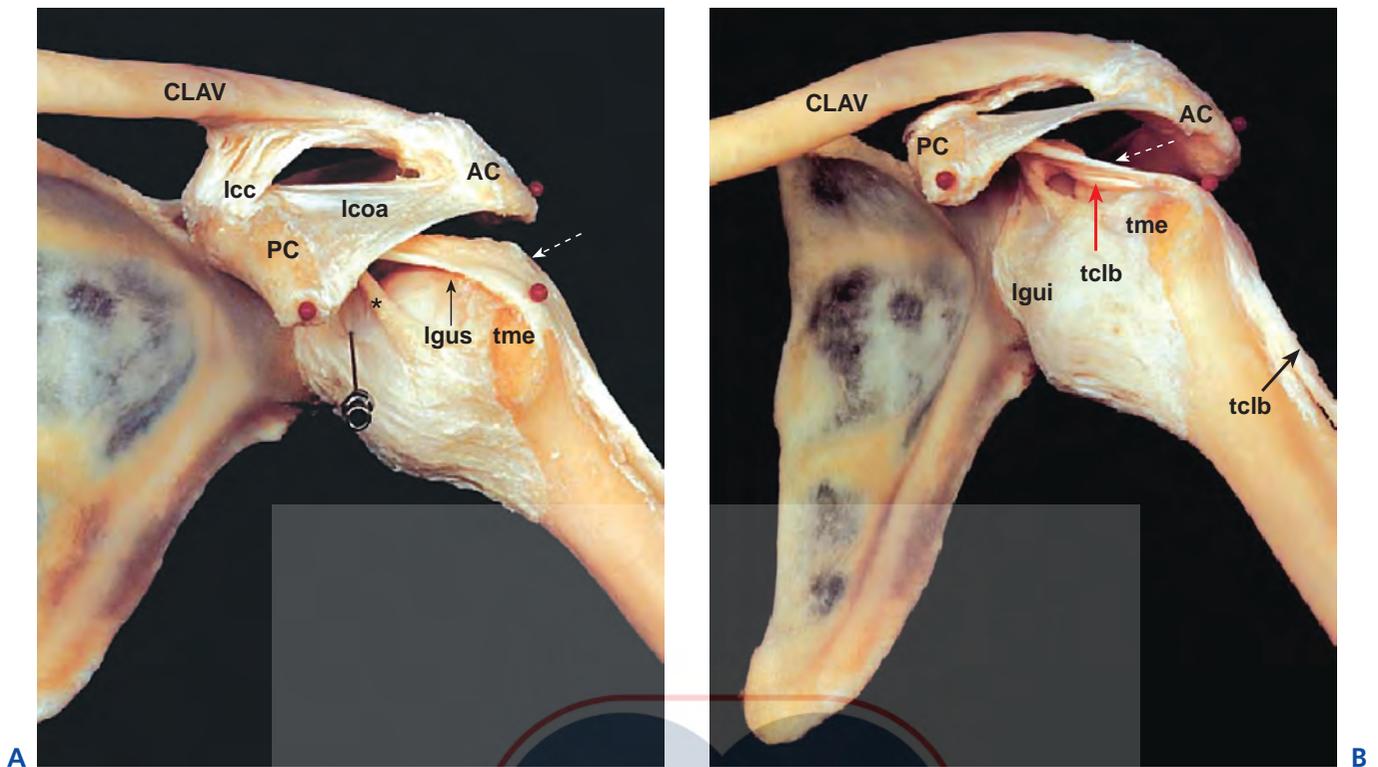


FIGURA 1-4. Vaina ligamentaria del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial (tclb). Flecha discontinua= ligamento coracohumeral; Igus= ligamento glenohumeral superior; lgui= ligamento glenohumeral inferior; lcoa= ligamento coracoacromial; lcc= ligamento coracoclavicular; AC= acromion; PC= proceso coracoides; CLAV= clavícula; tme= tubérculo menor del húmero; (*)= ligamento glenohumeral medio.

► Bolsas Sinoviales

Las bolsas sinoviales son estructuras cuya finalidad principal es disminuir la fricción entre los tendones y los huesos.¹ Son varias las bolsas sinoviales que rodean al hombro y, con excepción de las bolsas subescapular e infraespal, no se comunican con la articulación glenohumeral. Las principales son (Fig. 1-5):

- **Subacromial-subdeltoidea:** compuesta por dos bolsas que se comunican en aproximadamente 95% de los individuos. Se extiende hasta el proceso coracoides, medialmente, y sobre el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial, anteriormente. Lateral e inferiormente, su prolongación es variable, pudiendo llegar a 3 cm del tubérculo mayor del húmero.¹ Sinovia y tejido conectivo forman, respectivamente, las capas interna y externa de la bolsa, observándose una grasa peribursal interpuesta entre los tendones del manguito rotador y el músculo deltoides.
- **Subcoracoide:** localizada entre el proceso coracoides, los tendones de la cabeza corta del bíceps braquial y el coracobraquial superiormente y el tendón del subescapular inferiormente. Se extiende más allá del proceso coracoides, posteriormente.
- **Coracoclavicular:** también llamada bolsa supracoracoide, se sitúa en el interior de un tejido fibroadiposo presente en las partes conoide y trapezoide del ligamento coracoclavicular.
- **Supra-acromial:** situada superiormente al acromion.
- **Subescapular e infraespal:** generalmente muestran continuidad con la articulación glenohumeral, siendo consideradas por muchos como recesos articulares. La bolsa subescapular se sitúa por debajo del tendón del

mismo nombre, comunicándose con la cavidad articular a través del foramen de Weitbrecht (entre los ligamentos glenohumerales superior y medio). La bolsa infraespal, aunque poco usual, es visualizada entre el tendón del músculo infraespal y la cápsula articular.²⁹

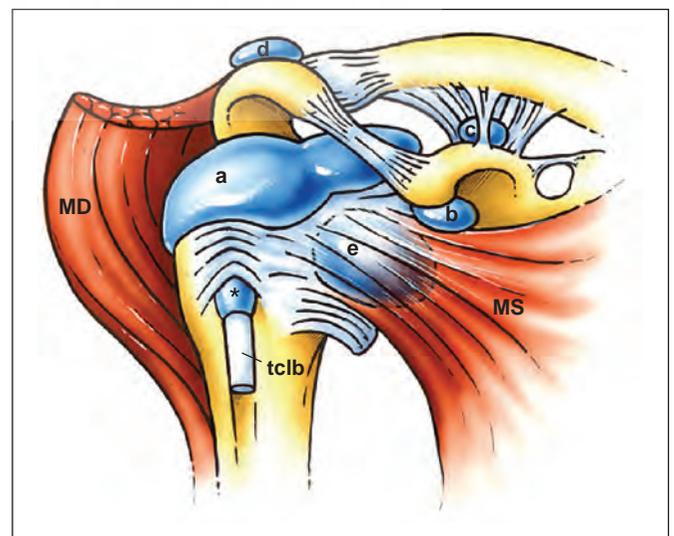


FIGURA 1-5. La ilustración muestra las bolsas sinoviales de la articulación del hombro. a= subacromial-subdeltoidea; b= subcoracoide; c= coracoclavicular; d= supracromial; e= subescapular; MS= músculo subescapular; MD= músculo deltoides; tclb= tendón de la cabeza larga del bíceps braquial; (*)= vaina sinovial.

TÉCNICA DE EXAMEN

Los transductores lineales de alta resolución (*fase-array*) con banda variable, son los ideales para el estudio del hombro. La frecuencia puede variar entre 5 y 17 MHz, dependiendo del biotipo del paciente. Deben reconocerse algunas referencias óseas para facilitar la identificación de las estructuras del manguito rotador, principalmente en las situaciones en que la anatomía de la región estuviese distorsionada por la presencia de lesiones complejas. Las más importantes incluyen: espina de la escápula, articulación acromioclavicular, acromion, proceso coracoides, tubérculos mayor y menor del húmero.

Entre las distintas técnicas ultrasonográficas descritas en la literatura,¹³ la de Mack et al. (1985) es la más empleada. Se comienza el examen por la evaluación estática de la porción extraarticular del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Con el paciente de pie o sentado, de frente hacia el examinador, el brazo debe ser colocado en posición neutra o con una ligera rotación interna de 10° a 20°.^{6,23} Con la identificación del surco intertubercular, se visualiza el tendón en el plano transversal como una imagen redondeada hiperecoica, limitada, en la parte frontal, por las estructuras ligamentarias (Fig. 1-6). El barrido debe iniciarse en la transición musculotendinosa, pues, cuando está presente una pequeña

cantidad de líquido en la vaina sinovial, éste es el sitio de preferencia de acumulación con el paciente en posición ortostática, especialmente en el receso triangular medial (Fig. 1-7). Desplazando al transductor craneal y medialmente, manteniendo el haz sonoro perpendicular a la superficie del tendón, se visualiza su porción intraarticular en el intervalo de los rotadores, interpuesta entre los tendones del músculo subescapular (antero-medialmente) y del supraespal (postero-lateralmente). Es común la identificación de un halo hipoeicoico representando la vaina ligamentaria, especialmente con transductores de baja frecuencia, que no debe confundirse con líquido peritendinoso (Fig. 1-8). En esa posición, es posible, además, la caracterización del ligamento coracoacromial, como una imagen hiperecoica en una franja unida a las dos estructuras óseas (Fig. 1-9).

Por medio de la rotación del transductor en 90°, se obtienen imágenes en el plano longitudinal, fundamentales para la evaluación del patrón fibrilar y de los contornos del tendón (Fig. 1-10). Debe realizarse una discreta compresión sobre la piel con el borde inferior del transductor, a fin de evitar el efecto de anisotropía (Fig. 1-11).

La evaluación dinámica, realizada mediante la rotación externa máxima del brazo, contribuye con el examen estático,



FIGURA 1-6. Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial – porción extraarticular (plano transversal). (A) Técnica de examen. (B) Resonancia magnética. (C) Examen ultrasonográfico. Flecha= tclb; tme= tubérculo menor del húmero; tma= tubérculo mayor del húmero; ts= tendón del músculo subescapular; Lig. trans.= ligamento transversal.

ayudando en el diagnóstico de las luxaciones y subluxaciones del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial.⁶ La rotación externa también es fundamental para el estudio del tendón del subescapular, que se coloca un poco por debajo y lateralmente al proceso coracoides, identificado como una banda hiperecoica que se adelgaza a medida que se aproxima a su inserción en

el tubérculo menor. Limita, por atrás, con la cabeza humeral y, por delante, con la bolsa sinovial subdeltoidea y con la grasa peribursal (Fig. 1-12). Debido al aspecto en abanico del tendón y por la interposición de fibras musculares entre las fibras de colágeno, es común que haya cierta heterogeneidad de la ecotextura del tendón del subescapular (Fig. 1-13).

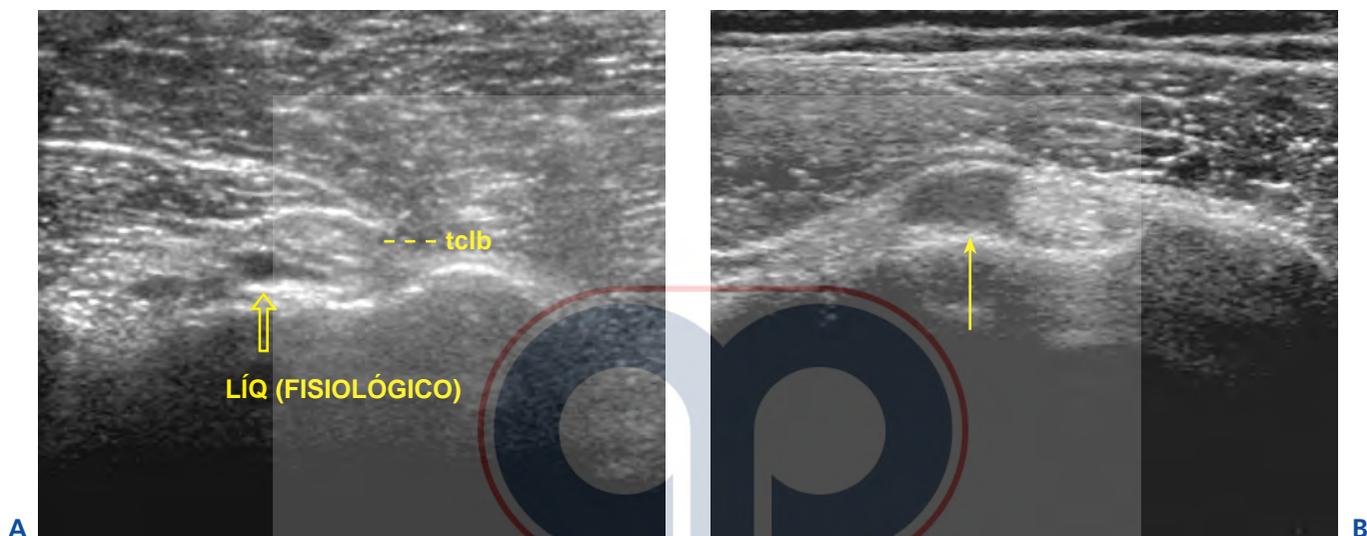


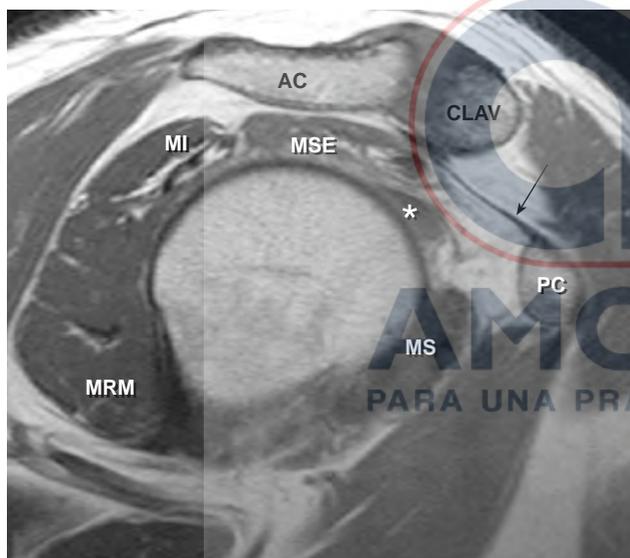
FIGURA 1-7. Examen ultrasonográfico mostrando líquido fisiológico (flechas) visualizado solo en el receso medial de la vaina sinovial del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. tclb= tendón de la cabeza larga del bíceps braquial.



FIGURA 1-8. Porción intrarticular de la cabeza larga del bíceps braquial (tclb). Observe el halo hiperecoico (**), artefactual rodeando al tendón. tse= tendón del músculo supraespal; ts= tendón del músculo subescapular.



A



B



C

FIGURA 1-9. Ligamento coracoacromial. (A) Técnica de examen. (B) Resonancia magnética. (C) Examen ultrasonográfico. Flecha= ligamento coracoacromial; AC= acromion; CLAV= clavícula; PC= proceso coracoides; (*)= porción intrarticular del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial; MSE= músculo supraespalinal; MS= músculo subescapular; MI= músculo infraespalinal; MRM= músculo redondo menor.



FIGURA 1-10. Tendón de la cabeza larga del bíceps braquial (tclb) – porción extraarticular (plano longitudinal). (A) Técnica de examen. (B) Resonancia magnética, plano coronal, imagen ponderada en T2 con técnica de supresión de la señal de grasa. (C) Examen ultrasonográfico. Flecha continua= tendón de la cabeza larga del bíceps braquial; tme= tubérculo menor del húmero; MS= músculo subescapular.



FIGURA 1-11. Técnica de examen y ultrasonografía comparativa del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial (plano longitudinal) con posiciones diferentes del transductor. En **(A)** el transductor es colocado en contacto solo con la piel. El tendón presenta un trayecto oblicuo en dirección a la sonda, generando una zona hipocóica en su porción distal, correspondiendo al artefacto de anisotropía (flecha). En **(B)**, la porción inferior de la sonda comprime la piel, volviendo su superficie paralela a los fascículos tendinosos, desapareciendo con la imagen artefactual.

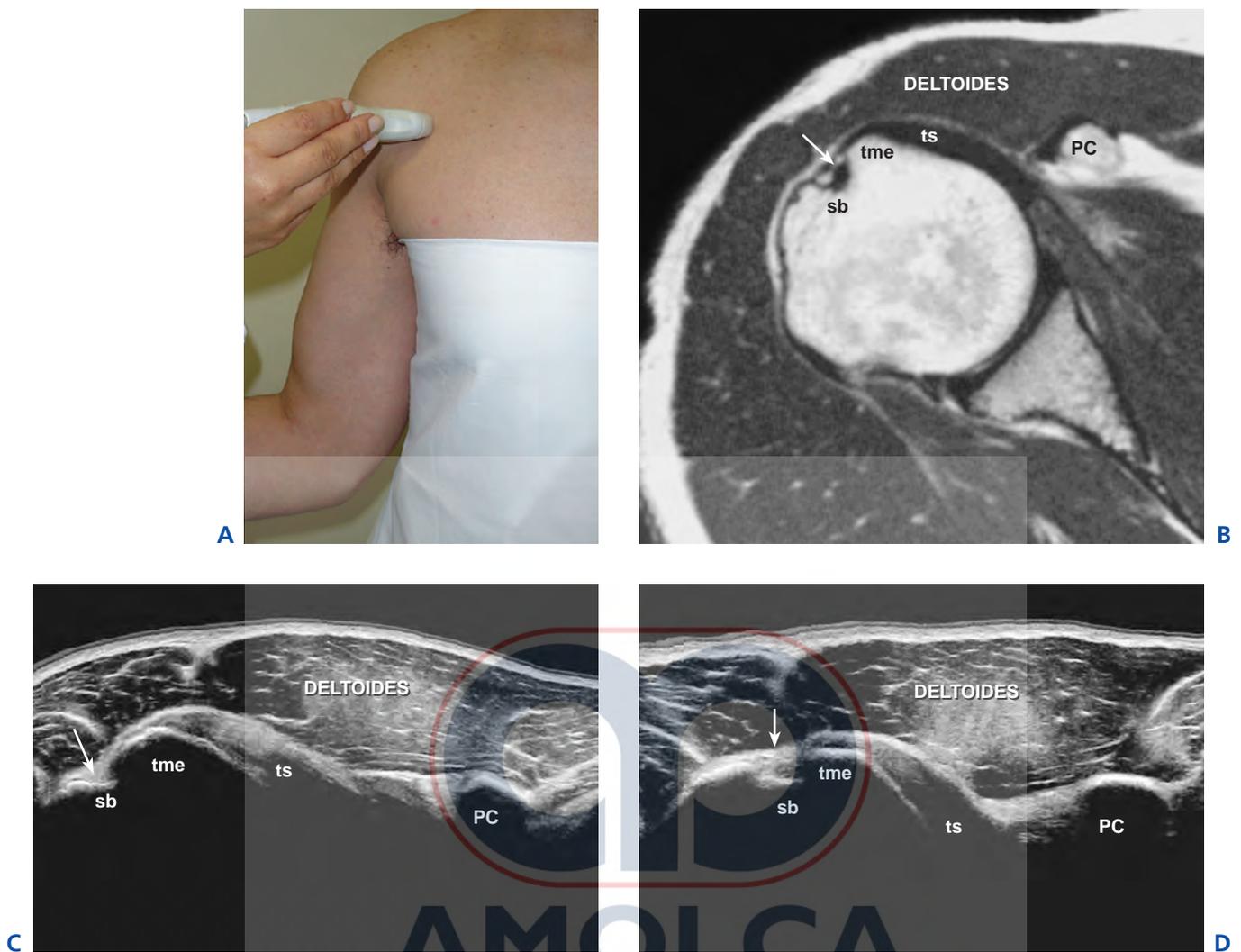


FIGURA 1-12. Tendón del subescapular (plano longitudinal). (A) Técnica de examen. (B) Resonancia magnética. (C y D) Ultrasonografía. Observar la diferencia de ecogenicidad y de exposición de la unidad musculotendinosa con el brazo en rotación externa (C) y en posición neutra (D). ts= tendón del músculo subescapular; PC= proceso coracoides; sb= surco bicipital; flecha= tendón de la cabeza larga del bíceps braquial; tme= tubérculo menor del húmero.

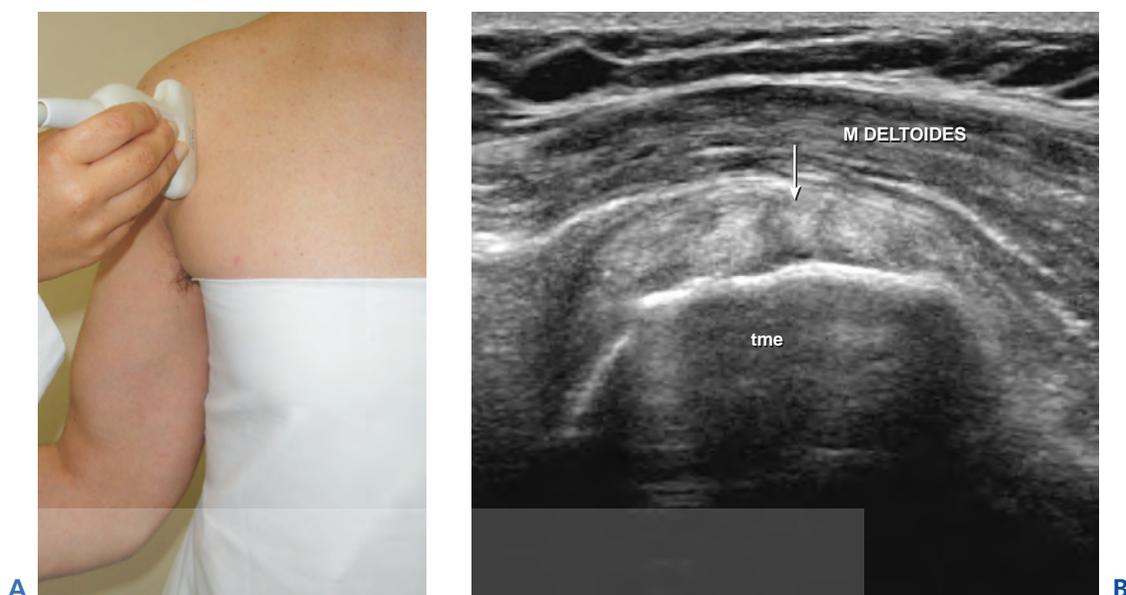


FIGURA 1-13. Tendón del subescapular (plano transversal). (A) Técnica de examen. (B) Ultrasonografía. Observar la discreta heterogeneidad de ecotextura que habitualmente se observa en el interior del tendón. Flecha= tendón del subescapular; tme= tubérculo menor del húmero.

El tendón del supraespal presenta una situación peculiar. Con el brazo en posición neutra, gran parte del tendón está oscurecida por la sombra acústica dada por el acromion. Con la maniobra de rotación interna, hiperextensión y abducción del brazo, ocurre un movimiento a la zona anterior y media del tendón, proporcionando mayor exposición de la unidad musculotendinosa. Algunos autores, sin embargo, discrepan con relación a la mejor técnica para el análisis del tendón del supraespal. Middleton prefiere evaluar al tendón solo con hiperextensión del brazo, pues, según él, permite mejor caracterización de su porción anterior (zona crítica), adyacente al tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Para pacientes encamados o con dificultada para realizar la rotación interna, la técnica de Turrin y Capello²⁷ puede ser útil. Con el paciente en decúbito dorsal horizontal, el hombro a ser estudiado, se acerca al borde de la cama, promoviendo la extensión del miembro superior asociada a la pronación del antebrazo (Fig. 1-14). De acuerdo con los autores, en esa posición ocurre la mayor exposición de la unidad musculotendinosa del supraespal.

Independientemente de la técnica empleada, el tendón del supraespal presenta en el plano longitudinal, una configuración semejante a la de un “pico de pájaro”, con una ecogenicidad mayor que la del músculo deltoides, estando limitado lateralmente, por el tubérculo mayor del húmero, medialmente por el acromion, superiormente por la bursa subacromial-subdeltoidea, e inferiormente por la cabeza humeral. En el plano transversal, se realiza un barrido desde el acromion hasta el tubérculo mayor, en una extensión aproximada de 2,5 cm a partir del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial hasta la transición del supraespal/infraespal. En ese plano, el tendón es identificado como una franja hiperecoica, haciéndose más delgado gradualmente, en la medida que se aproxima a la transición con el tendón supraespal (Fig. 1-15). En ese punto se puede observar un área de menor ecogenicidad debido a las fibras musculares que se interponen a las tendi-

nosas (Fig. 1-16). En algunos individuos, con transductores de mayor frecuencia, el tendón puede exhibir un aspecto más heterogéneo, presentando dos o tres franjas ligeramente hiperecoicas, alternadas en su interior (Fig. 1-17).

Para el estudio de los componentes posteriores del manguito rotador, el transductor es colocado perpendicularmente a la espina de la escápula, realizándose un barrido de las fosas supra e infraespal y de los respectivos vientres musculares (Fig. 1-18).

Debe brindarse atención especial a las incisuras escapular y espinoglenoidal, sitios donde el nervio supraespal puede ser comprimido (Figs. 1-19 y 1-20). En la fosa infraespal, después de una rotación del transductor de 90°, el vientre muscular, la transición musculotendinosa y el tendón del infraespal son identificados en su plano longitudinal. Su abordaje puede ser realizado, también, apoyando la palma de la mano sobre el hombro contralateral. Su aspecto ultrasonográfico es semejante al del tendón del supraespal, aunque, un poco más delgado (Fig. 1-21). Deslizándolo el transductor hacia abajo, aparece el tendón del redondo por detrás de la cabeza larga del tríceps braquial. Tiene forma trapezoidal y se hace más delgado de manera abrupta, en la medida que se aproxima a la inserción, y tiene menor ecogenicidad en relación al tendón del infraespal, debido a la mayor cantidad de fascículos musculares interpuestos a los del colágeno en su interior (Fig. 1-22).⁹

En relación al cabo rotador, solamente su porción profunda puede ser visualizada en el examen ultrasonográfico, según un trabajo de Morag y et al (2006), en que hizo uso de transductores de 12 MHz. En solamente el 11% de los voluntarios el cabo rotador pudo ser identificado por el método, como una banda hiperecoica en contacto con la porción articular del tendón del supraespal, con un espesor que varió de 1,1 a 1,3 mm y extensión entre 2,6 y 7,0 mm, adelgazando gradualmente, a partir del intervalo de los rotadores (Fig. 1-23).