

Orthopädie und Unfallchirurgie *up2date*

2 · 2018

Schultergürtel und obere Extremität 2

Ultraschalldiagnostik der Schulter

Christian Marx
Giorgio Tamborrini

VNR: 2760512018154652549

DOI: 10.1055/s-0043-115424

Orthopädie und Unfallchirurgie *up2date* 2018; 13 (2): 163–184

ISSN 1611-7859

© 2018 Georg Thieme Verlag KG

Unter dieser Rubrik sind bereits erschienen:

Infektionen an der Hand B. Ziegler, B. Bickert Heft 1/2018

Strecksehnenverletzungen C. Büren, T. Lögters, J. Windolf
Heft 3/2017

Beugesehnenverletzungen C. Büren, J. Windolf, T. Lögters
Heft 2/2017

Konservative Therapie der proximalen Humerusfraktur
M. Königshausen, J. Gessmann, D. Seybold, T. Schildhauer
Heft 6/2016

**Diagnostik und Therapie der distalen Bizeps- und Trizeps-
sehnenruptur** M. Weißenberger, R. Hoffmann, K. Schmidt-
Horlohé Heft 4/2016

Das Thoracic-Outlet-Syndrom (TOS) K.-H. Orend Heft 1/2016

Majoramputationen der oberen Extremität M. Schnetzke,
J. Hernekamp, P. Grützner, T. Gühring Heft 1/2016

Die Schultersteife F. Dehlinger, B. Hollinger, T. Ambacher
Heft 2/2015

Die Kalkschulter F. Dehlinger, T. Ambacher Heft 6/2014

Diagnostische und therapeutische Ellenbogenarthroskopie
A. Lenich, U. Göpel, S. Siebenlist, A. Imhoff Heft 4/2014

Operative Therapie der Humeruskopffrakturen P. Hepp,
J. Theopold, C. Josten Heft 3/2014

Tendopathien der oberen Extremität C. Schoch, T. Harnoß,
M. Geyer Heft 2/2014

Tendopathien der oberen Extremität C. Schoch, T. Harnoß,
M. Geyer Heft 2/2014

Endoprothetik am Ellenbogengelenk L. Becker, K. Schmidt-
Horlohé, R. Hoffmann Heft 5/2013

Endoprothetik am Ellenbogengelenk K. Schmidt-Horlohé,
L. Becker, R. Hoffmann Heft 4/2013

Tendopathien und Sehnenverletzungen C. Schoch, M. Geyer,
T. Harnoß Heft 2/2013

**Luxationen und Bandverletzungen am Ellenbogen und
Unterarm** K. Burkhart, B. Hollinger, K. Wegmann, L. Müller
Heft 6/2012

Schulterinstabilität M. Jaeger, P. Ogon, N. Südkamp
Heft 5/2012

Schulterinstabilität M. Jaeger, P. Ogon, N. Südkamp
Heft 5/2012

Knöcherner Verletzungen des Ellenbogens K. Wegmann,
K. Burkhart, L. Müller Heft 5/2012

Die distale Radiusfraktur A. Wichelhaus, G. Gradl,
T. Mittlmeier Heft 4/2012

Schulterendoprothetik – Prinzipien und Indikationen M. Loew
Heft 6/2011

Der Armplexusschaden O. Rühmann, T. Berndt, S. Lerch
Heft 5/2011

Der Armplexusschaden O. Rühmann, T. Berndt, S. Lerch
Heft 5/2011

**Komplexe Ellenbogenverletzungen – Rolle des Bewegungs-
fixateurs** S. Heck, D. Pennig Heft 1/2011

Der rheumatische Ellenbogen M. Glanzmann, H.-K. Schwyzer
Heft 6/2010

Arthrosis deformans des Handgelenks T. Dodic, J. Kopp
Heft 4/2010

Operative Therapie bei rheumatoider Arthritis der Hand
G. Heers, F. Winkler, P. Telisselis, N. Borisch, J. Grifka Heft 3/2010

Weichteilerkrankungen der Schulter – Subakromialsyndrome
A. Hedtmann Heft 3/2010

**Makroreplantationen – eine interdisziplinäre Heraus-
forderung** C. Hirche, G. Germann Heft 1/2010

Ligamentäre Ellbogeninstabilitäten M. Geyer Heft 6/2009

ALLES ONLINE LESEN



Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift:
online wie offline, am PC und mobil, alle bereits
erschienenen Artikel. Für Abonnenten kostenlos!
<https://eref.thieme.de/ou-u2d>

JETZT FREISCHALTEN



Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht
freigeschaltet? Ein Klick genügt:
www.thieme.de/eref-registrierung

Ultraschalldiagnostik der Schulter

Christian Marx, Giorgio Tamborrini



Der Ultraschall eignet sich hervorragend zur Untersuchung der Muskelqualität und Muskelstruktur vergleichend zur gesunden Seite. Dabei ist der hochauflösende muskuloskeletale Ultraschall der Schulter eine validierte und exzellente Ergänzung zur klinischen Evaluation. Gute sonoanatomische Kenntnisse sind jedoch unabdingbar zur Erkennung und richtigen Einordnung der möglichen Pathologien und Beurteilung der Prognose.

ABKÜRZUNGEN

AC-Gelenk	Akromioklavikulargelenk
CAL	Lig. coracoacromiale
CHL	Lig. coracoacromiale (korakohumerales Ligament)
CPPD	Calcium Pyrophosphate Deposition Disease (Kalziumpyrophosphaterkrankung)
DELTA	M. deltoideus
ESSR	European Society of Musculoskeletal Radiology
ISP	M. infraspinatus
LBS	lange Bizepssehne
LCHL	laterales Lig. coracoacromiale
LR+	positive Likelihood-Ratio
MCHL	Lig. coracoacromiale medius
MSUS	muskuloskelettaler Ultraschall
NSAID	Nonsteroidal anti-inflammatory Drug (nichtsteroidales Antiphlogistikum)
NSupraS	N. suprascapularis
PC	Processus coracoideus
RI	Rotatorenmanschettenintervall
SGHL	Lig. coracoacromiale superius (superiores glenohumerale Ligament)
SLAP	Superior labral Tear from anterior to posterior
SSC	M. subscapularis
SSP	M. supraspinatus
Tm	M. teres minor
TubM	Tuberculum majus
Tubm	Tuberculum minus

Einleitung

Die Schulter gilt als das „Vorzeigegelenk im muskuloskelettalen Ultraschall (MSUS)“ für die funktionelle und statische Ultraschalldiagnostik. Nicht nur kann aufgrund des

großen Weichteilmantels ein Großteil des Gelenks eingesehen werden, sondern viele klinisch relevante Strukturen liegen oberflächennah und sind dadurch mittels hochauflösender Sonden hervorragend beurteilbar.

PRAXIS

Untersuchungsablauf der Schulter und Patientenposition

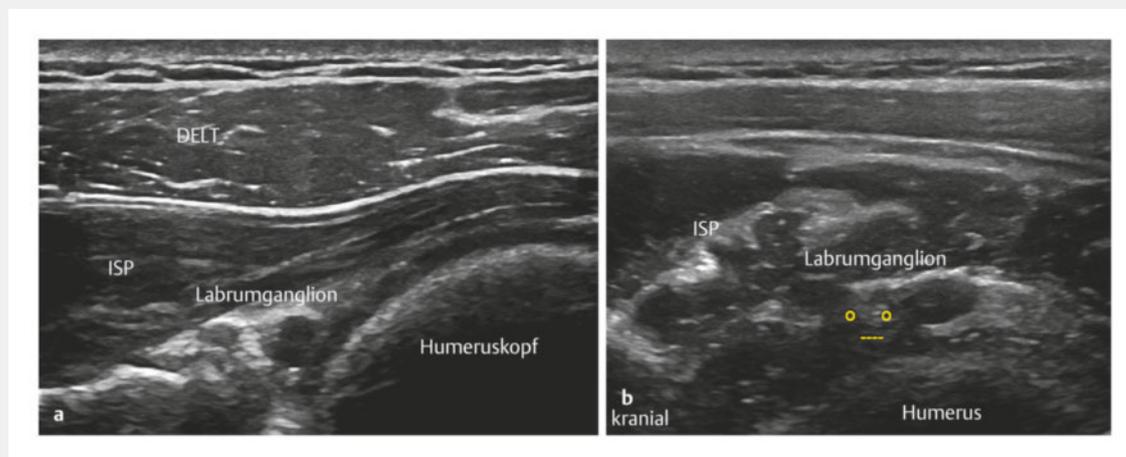
- Von posterior nach anterior oder von anterior nach posterior.
- Statische Untersuchung und dynamische Untersuchung (Innenrotation, Außenrotation, Abduktion etc.).
- Der Patient sitzt auf einem Drehstuhl, und der Untersucher steht oder sitzt hinter oder vor dem Patienten.

Stellenwert des muskuloskelettalen Ultraschalls

Vorteile des MSUS gegenüber anderen bildgebenden Verfahren an der Schulter sind die Möglichkeit einer dynamischen (bewegen und gleichzeitig im Bild darstellen) und multiplanaren Untersuchung sowie die gleichzeitige Real-Time-Sonopalpation (Palpation mit Sondenkopf unter gleichzeitiger Bildanalyse und Angabe schmerzhafter Regionen durch den Patienten). Eine hohe Bildauflösung, die ausgezeichnete Bildgebung der (physiologischen und pathologischen) Durchblutung, keine Strahlenbelastung, keine Probleme mit Metall (z. B. Herzschrittmacher, Prothesen etc.) sowie die Möglichkeit einer sonografisch gesteuerten diagnostischen Punktion oder therapeutischen Injektion in der gleichen Sitzung komplettieren die Vorteile der Methode.

FALLBEISPIEL**Fall 1**

45-jähriger Patient mit dorsalen Schulterschmerzen beim Sport (Klettern); insbesondere bei Bewegungen mit maximaler Elevation und Außenrotation in der Schulter (► **Abb. 1**).

► **Abb. 1** Fallbeispiel 1.

- a** Posteriorer Longitudinalschnitt: Zwei Labrumganglien, eines ISP- [M. infraspinatus]/kapselnahe und eines gelenkseitig.
b Posteriorer Transversalschnitt: Labrumganglien mit Verbindung resp. Labrumriss zwischen den beiden Ganglien (das „Gesicht“ im Bild bezeichnet das Labrum)

Entsprechend der Überzeugung der Autoren, Erfahrung und Literatur sind die Angaben zur Sondenlage immer auf die zu untersuchende Struktur bezogen (z. B. M. supraspinatus in Longitudinalschnitt und Transversalschnitt) wie z. B. in den Guidelines der European Society of Musculoskeletal Radiology ESSR-Guidelines; <https://essr.org/subcommittees/ultrasound/>) gezeigt. Dabei wird die zu untersuchende Struktur dynamisch und statisch systematisch mit der Sonde abgefahren.

PRAXISTIPP

Wir haben bewusst keine „Standardschnitte“ verwendet, da diese in den deutschsprachigen Gesellschaften zum Teil unterschiedlich gelehrt werden und zusätzlich dazu verleiten, nicht die gesamte Struktur zu untersuchen. „Standardschnitte“ können zur Dokumentation nützlich sein, die Autoren bevorzugen eine systematische Dokumentation im Bewegungsbildmodus.

Posteriore Schulter**Sonoanatomie****Statische Untersuchung**

Der Arm ist entspannt, und der Ellenbogen liegt in Supination auf dem Oberschenkel. Zuerst wird die Untersuchung in einem Transversalschnitt über dem glenohumeralen Gelenk durchgeführt. Die Untersuchung erfolgt von kranial nach kaudal und anschließend von medial nach lateral. Dabei werden vor allem der M. infraspinatus (ISP) und der M. teres minor (Tm) vom Ursprung bis zum Ansatz (Sehneninsertion = Entese) verfolgt. Zusätzlich werden das posteriore Labrum und das Gefäß-Nerven-Bündel im spinoglenoidalen Notch beurteilt.

Indem der Patient den Arm auf die andere Schulter legt, können der ISP mit der Sehne, der hyaline Knorpel des Humeruskopfes und die posteriore Gelenkkapsel (mit der ligamentären Verstärkung = glenohumerales Ligament) unter Anspannung visualisiert werden. Nach Bedarf erfolgt die Beurteilung des Ursprungs des M. triceps brachii am Glenoidunterrand. Auf jeden Fall Aufsuchen des N. axillaris in der lateralen Achsellücke.

Dynamische Untersuchung

Der Arm wird in Innenrotation und Außenrotation gebracht (jeweils aktiv und passiv) und das Verhalten des Glenohumeralgelenks beobachtet; insbesondere wird Flüssigkeit oder synoviale Proliferation gesucht (in der Regel bei maximaler Außenrotation gut detektierbar) [1]. Der Untersuchungsablauf und die Landmarken für die posteriore Schulter sind in der Übersicht bzw. ▶ **Tab. 1** u. ▶ **Abb. 2**, **Abb. 3**, **Abb. 4** dargestellt.

PRAXIS

Untersuchungsablauf posteriore Schulter

Untersuchung

- entspannter Arm in Neutralposition
- Ellenbogen in 90°-Flexion, Hand supiniert
- Hand auf gegenüberliegende Schulter gelegt
- dynamische Untersuchung in Innen- und Außenrotation

Strukturen

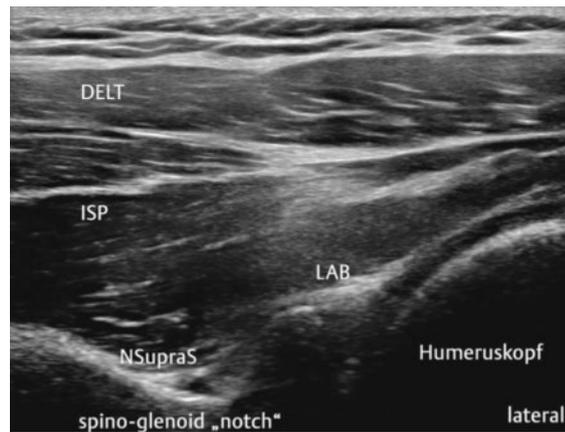
- M. deltoideus
- M. infraspinatus mit Sehne
- M. teres minor mit Sehne
- Bursa subdeltoidea
- posteriorer Humeruskopf
- glenohumerales Gelenk
- Gelenkkapsel
- glenohumerales Ligament
- posteriores Labrum glenoidale
- Collum und Spina scapulae
- Gefäß-Nerven-Bündel im spinoglenoidalen Notch
- M. triceps brachii
- N. axillaris

▶ **Tab. 1** Landmarken posteriore Schulter.

Struktur	Landmarken
M. infraspinatus	Spina scapulae
M. teres minor	Fossa infraspinata mit myotendinösem Übergang zur Sehne des Infraspinatus
Insertion der Infraspinatussehne	Tuberculum majus
Fossa glenoidalis	Rand des Humeruskopfes
Labrum glenoidale	Collum scapulae und glenohumerales Gelenk



▶ **Abb. 2** Longitudinalschnitt: glenohumerales Gelenk und M. infraspinatus.



▶ **Abb. 3** Transversalschnitt: glenohumerales Gelenk und M. infraspinatus.



▶ **Abb. 4** Longitudinalschnitt: Insertion M. infraspinatus am Humeruskopf in Innenrotation (Hand auf gegenüberliegende Schulter gelegt).

Merke

Die dynamische Untersuchung in Innen- und Außenrotation ist essenziell zur Darstellung von intraartikulärer Flüssigkeit oder Sehnenpathologien; ebenso können das posteriore Labrum (wichtiger passiver Stabilisator) über den gesamten Verlauf nach kaudal und der axilläre Rezessus beurteilt werden [2].

Sonopathologie

Die häufigsten Pathologien der posterioren Schulter sind

- Kalzifikationen der Infraspinatussehne,
- degenerative, posttraumatische oder inflammatorische Tendinopathien oder Enthesopathien,
- Bursitiden oder
- Sehnenläsionen.

Zusätzlich zeigen sich auch verschiedene ossäre Veränderungen wie posttraumatische Hill-Sachs-Läsionen, Erosionen, Frakturen oder sekundäre Osteophyten; Verkalkungen des posterioren Labrums treten bei Kristallarthropathien, im Speziellen bei der Kalziumpyrophosphat-erkrankung (CPPD) auf. Bei der CPPD können hyperechogene (= echoreiche) Verkalkungen im hyalinen Knorpel des Humeruskopfes mit hochauflösenden Sonden dargestellt werden. Bei Sekundärarthrosen aufgrund einer Rotatorenmanschettenläsion, Frakturen, chronischer Instabilität oder nach stattgehabter Arthritis können ein ausgedünnter (fokal oder diffus) Knorpel oder Osteophyten detektiert werden. Auf Höhe des Spinoglenoid-Notch zeigen sich selten auch Ganglien mit Kompression des N. suprascapularis.

ÜBERSICHT

Häufige Pathologien der posterioren Schulter

- Arthrose → Darstellung von:
 - Osteophyten
 - Ausdünnung des hyalinen Knorpels
- Frakturen
 - Hill-Sachs-Läsion
 - nicht dislozierte Tuberculum-majus-Fraktur
- Erosionen
- Verkalkungen des Labrums
- Läsionen an
 - Enthesen
 - Sehnen
 - Muskeln
 - M. infraspinatus
 - M. teres minor
 - M. deltoideus
- Verkalkungen an Sehnen
- Tendinopathien
- Bursitis subdeltoidea
- Ganglien

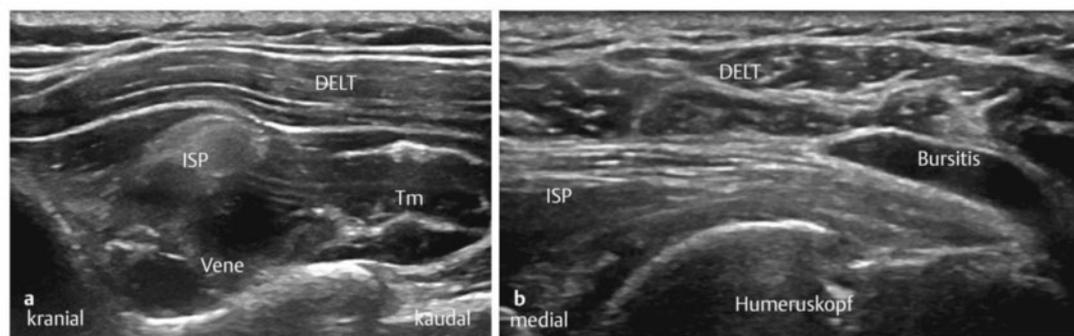
FALLBEISPIEL

Fall 2

54-jähriger Patient mit nächtlichen Schulterschmerzen und ungenügendem Ansprechen auf systemisch und topisch angewandte NSAID. Im posterioren Transversalschnitt wird der sonografische Befund einer echoarmen Raumforderung im Spinoglenoid-Notch erhoben. „Pitfall“: Der Befund entspricht einer komprimierten Vene und nicht einem Ganglion bei Labrumläsion!

Als pathologischer Befund wird eine Bursitis subdeltoidea erhoben (► **Abb. 5**).

Wichtig: Die Bursa kann besser detektiert werden, wenn der Untersucher keinen übermäßigen Druck mit der Sonde ausübt.



► **Abb. 5** Fallbeispiel 2.

a Posteriorer Longitudinalschnitt, Arm in leichter Außenrotation. Komprimierte echoarme dargestellte (mit Blut gefüllte) Vene im spinoglenoidalen Notch.

b Posteriorer Transversalschnitt, Arm in leichter Außenrotation. Bursitis subdeltoidea.

► **Tab. 2** Typische Merkmale von Kristallarthropathien.

Kristallarthropathie und typische Merkmale	positive Likelihood-Ratio (LR+)	Quelle
Bei der Kalziumpyrophosphaterkrankung (CPPD) kann mittels Bildgebung eine Chondrokalzinose mit Verkalkung im hyalinen Knorpel und Faserknorpel (z. B. AC-Gelenk, Gelenknorpel posterior) nachgewiesen werden.	LR+ = 7	[4, 5]
Gichtkristalle zeigen Doppelkonturzeichen (Auflagerung von Gichtkristallen auf dem hyalinen Knorpel) und Gichttophi.	LR+ = 10–24	[6]
Basische Kristalle (Hydroxylapatit) finden sich in der Gelenkkapsel und intra-tendinöse Verkalkungen, z. B. bei Kalkschulter oder hydroxylapatitassoziierter destruktiver Arthritis („Milwaukee Shoulder“).		

Cave

Bei starker Außenrotation wird die **V. suprascapularis komprimiert und erscheint als echoarme Raumforderung im Spinoglenoid-Notch und darf nicht als Ganglion fehlinterpretiert werden.**

Kristallarthropathien haben typische Merkmale mit hoher positiver Likelihood-Ratio (LR+) [3] (► **Tab. 2**).

Häufige Pathologien der posterioren Schulter sind in der Übersicht zusammengefasst.

Superiore Schulter (koronal, frontal)

Sonoanatomie

Ausgehend von einer transversalen posterioren Schnittebene wird die Sonde koronal (oder frontal) nach anterior über das Akromioklavikulargelenk (AC-Gelenk; ► **Abb. 6**, **Abb. 7**) verschoben. Zur Darstellung kommen folgende Strukturen:

- das AC-Gelenk mit Kapsel,
 - das oberflächliche akromioklavikulare Ligament,
 - bei 40% der Patienten ein intraartikulärer Diskus (aus Faserknorpel) und
 - die ossären Landmarken Klavikula und Akromion.
- Führt man mit der Sonde nach lateral/frontal, kommt der Humeruskopf mit der Insertion der Supraspinatussehne zur Darstellung.
- Wird die Sonde etwas posterior und medial des AC-Gelenkes positioniert, können die Fossa supraspinata

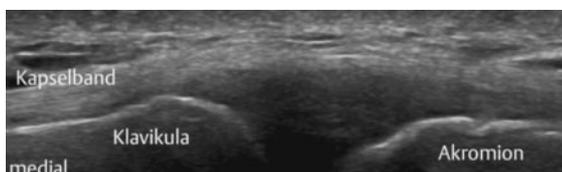
mit dem M. supraspinatus und die Fossa supraglenoidale mit dem Gefäß-Nerven-Bündel (N. suprascapularis) beurteilt werden.

- In einer Vielzahl der Fälle kann auch der superiore Teil des Glenoids, des Labrums und der Gelenkkapsel dargestellt werden.

Wichtig ist hier die dynamische Untersuchung mit Abduktion und Elevation des Armes. Echte subakromiale Bursitiden können unter dem AC-Gelenk und über dem M. supraspinatus gefunden werden [7]. Bei erweitertem AC-Gelenkspalt (z. B. nach AC-Gelenkresektion) können die Supraspinatussehne bzw. der myotendinöse Übergang (entsprechend der Armstellung in der dynamischen Untersuchung, z. B. Abduktion) und die Bursa subacromialis durch das AC-Gelenk hindurch visualisiert werden.

Merke

N. suprascapularis (Gefäß-Nerven-Bündel) in der Fossa supraglenoidale tritt durch Incisura scapulae in die Fossa ein und verlässt diese durch die spinoglenoidale Notch: Ein großer Teil der sensiblen Innervation der Gelenkkapsel wird durch den N. suprascapularis abgedeckt; er kann einfach supraglenoidal blockiert werden [8].



► **Abb. 6** Longitudinalschnitt Akromioklavikulargelenk (AC-Gelenk).



► **Abb. 7** Transversalschnitt Akromioklavikulargelenk (AC-Gelenk).

PRAXIS**Untersuchungsablauf koronare Schulter****Untersuchung**

- entspannter Arm in Neutralposition
- Ellenbogen in 90°-Flexion, Hand supiniert

Strukturen

- M. deltoideus, pars lateralis
- M. supraspinatus in der Fossa supraspinata
- Insertion des M. supraspinatus am Tuberculum majus
- Bursa subdeltoidea, Bursa subacromialis
- AC-Gelenk mit Gelenkkapsel
- akromioklavikulares Ligament
- Akromion
- Klavikula
- spinoglenoidale Notch (N. suprascapularis)

Sonopathologie

Im Bereich des AC-Gelenks können die häufig vorkommenden degenerativen Veränderungen (z. B. mit Darstellung von Osteophyten, Gelenkspaltverschmälerung, Erguss, paraartikuläre Ganglien etc.) dargestellt werden. Eine Quantifizierung der Arthrose sollte nur mit Vorbehalt erfolgen, da der kaudale Anteil des Gelenks mittels MSUS nicht einsehbar ist. Inflammatorische Veränderungen sind Erosionen (spät) oder eine Synovitis mit vermehrter Vaskularisation (früh). Verkalkungen im Rahmen einer Kalziumpyrophosphaterkrankung bzw. Chondrokalzinose der Gelenkkapsel oder des Discus intraarticularis sind im Alter häufig anzutreffen und müssen nicht immer klinisch relevant sein.

Traumatologisch sind speziell Tossy-Läsionen interessant; dabei kann die Elevation der lateralen Klavikula gegenüber der medialen Portion des Akromions beurteilt werden. Zusätzlich erfolgt eine dynamische Untersuchung mittels manueller Durchführung eines „Klavierkastenphänomens“ resp. manueller Mobilisation der Klavikula nach kaudal. In posttraumatischen Situationen sollten jeweils auch die korakoklavikulären Ligamente (Lig. conoideum und Lig. trapezoideum) und der Processus coracoideus selbst (liegt eine Fraktur vor?) mitbeurteilt werden. Zusätzlich sollte insbesondere bei AC-Gelenkluxation und Verletzungen sonografisch die deltotrapeziale Faszie bzw. ergänzend der Ursprung des M. deltoideus und M. trapezius beurteilt werden; dies erleichtert die Klassifikation nach Rockwood und dementsprechend die therapeutische Entscheidungsfindung [9].

Häufige Pathologien der koronaren Schulter sind in der Übersicht zusammengefasst.

ÜBERSICHT**Häufige Pathologien der koronaren Schulter**

- Arthrose des AC-Gelenks
- Arthritis (Synovitis) des AC-Gelenks
- Frakturen
- Tossy-Läsionen
- postoperative Instabilitäten nach AC-Gelenkresektion
- Erosionen
- Verkalkungen der Gelenkkapsel, Discus intraarticularis oder des hyalinen Knorpels
- Ganglien
- Bursitis subdeltoidea, Bursitis subacromialis
- retrahierter Stumpf des M. supraspinatus bei perforierender Ruptur
- Qualität der Muskulatur (Verfettung)

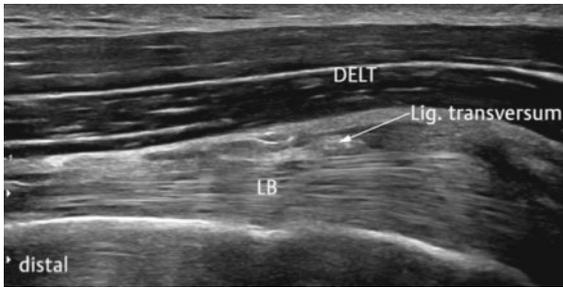
Anteriore Schulter**Sonoanatomie**

Beginn der Untersuchung in einem Transversalschnitt über dem Sulcus bicipitalis und im Folgenden unter Anwendung der Lift-Technik Verschieben der Sonde nach distal entlang der langen Bizepssehne. Die Bizepssehne wird nach distal verfolgt und bis zum myotendinösen Übergang ca. 3–4 cm distal des Sulcus bicipitalis untersucht. Auf dieser Höhe erfolgt die Beurteilung des inserierenden M. pectoralis major bzw. des M. latissimus dorsi und des M. teres maior.

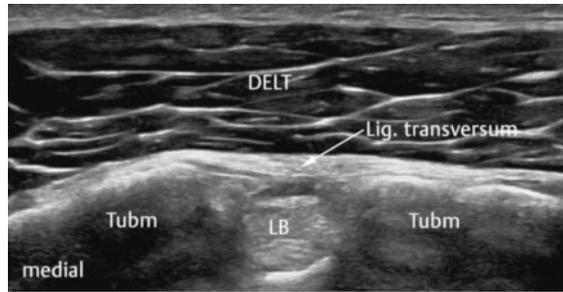
Posterior der langen Bizepssehne auf Höhe des chirurgischen Humerushalses erfolgt die Visualisierung der A. circumflexa humeri (auf jeden Fall unter Verwendung des Doppler-Modus). Anterior zum Sulcus bicipitalis befindet sich das Lig. transversum, das die lange Bizepssehne als Dach überdeckt (das Ligament besteht sowohl aus Fasern der Supraspinatussehne als auch der Subskapularissehne).

Im posterioren–superioren Anteil der langen Bizepssehne (LBS) tritt die Sehne durch die Gelenkkapsel. Auf dieser Höhe werden das Rotatorenmanschettenintervall mit dem superioren glenohumeralen Ligament (medial der LBS) und das korakohumerale Ligament (lateral der LBS) untersucht [10]. Wenig Flüssigkeit um die lange Bizepssehne im distalen posterioren Rezessus ist normal.

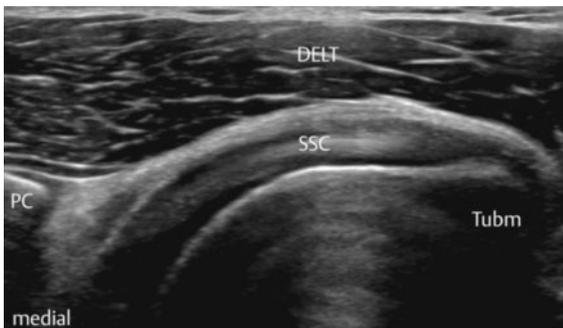
Medial des Sulcus bicipitalis liegt die M.-subscapularis-Sehne und lateral die M.-supraspinatus-Sehne (► **Abb. 8**, **Abb. 9**). Die Subskapularissehneninsertion kann am bes-



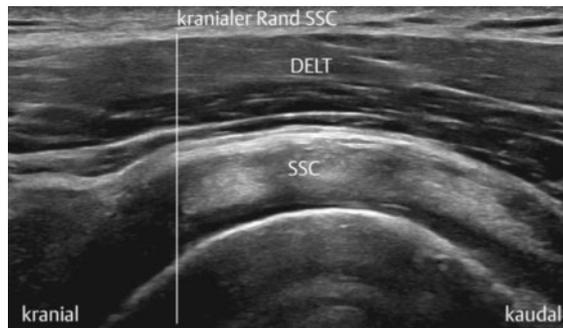
► **Abb. 8** Longitudinalschnitt: Bizepssehne des Sulcus bicipitalis.



► **Abb. 9** Transversalschnitt: Bizepssehne des Sulcus bicipitalis.



► **Abb. 10** Longitudinalschnitt: M. subscapularis auf Höhe Processus coracoideus. DELT = M. deltoideus; PC = Processus coracoideus; SSC = M. subscapularis; Tubm = Tuberculum minus



► **Abb. 11** Transversalschnitt: M. subscapularis auf Höhe Processus coracoideus. DELT = M. deltoideus; SSC = M. subscapularis

► **Tab. 3** Landmarken anteriore Schulter.

Struktur	Landmarken
Bursa subdeltoidea	zwischen M. deltoideus und Rotatorenmanschette
lange Bizepssehne	im Sulcus bicipitalis
M. subscapularis	medial des Sulcus bicipitalis, Insertion am Tuberculum minus
M. pectoralis major	anterior der langen Bizepssehne distal
Lig. coracoacromiale	zwischen Processus coracoideus und Akromion
M. supraspinatus	lateral des Sulcus bicipitalis, Insertion am Tuberculum majus

ten in Außenrotation und unter Anspannung in gleichzeitiger Retroversion visualisiert werden.

In dieser Region befinden sich verschiedene Bursen; zum einen unterhalb des M. deltoideus (Bursa subdeltoidea), unterhalb des Processus coracoideus (Bursa subcoracoidea; ► **Abb. 10, Abb. 11**), sowie unterhalb des Subskapularismuskels (Bursa subscapularis); die Bursa subcoracoidea und die Bursa subscapularis können mit dem glenohumeralen Gelenk kommunizieren [7].

PRAXISTIPP

Durch forcierte Innenrotation und Adduktion des Armes kann bei der Mehrheit der Patienten die LBS bis zum Ursprung am Tuberculum supraglenoidale verfolgt werden.

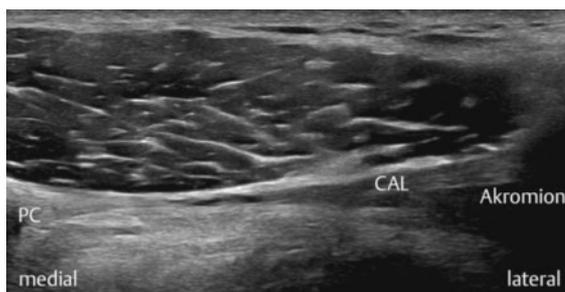
Der Untersuchungsablauf der anterioren Schulter und die Landmarken sind in der Übersicht bzw. ► **Tab. 3** zusammengestellt.

Merke

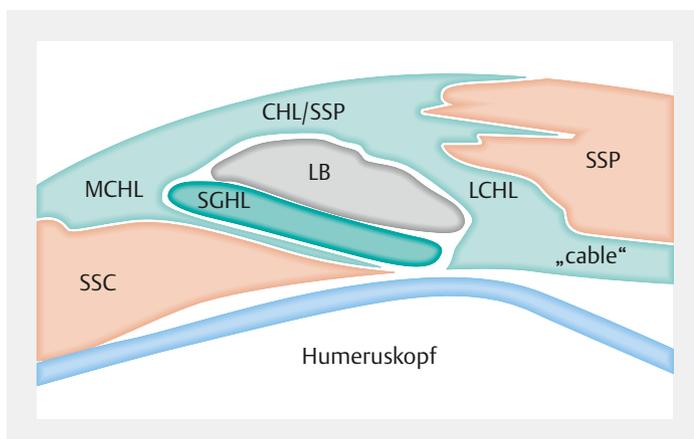
Die lange Bizepssehne und der Sulcus bicipitalis sind gute Landmarken zur Lokalisation der anatomischen Strukturen.



► **Abb. 12** Longitudinalschnitt: Lig. coracoacromiale (CAL) und Lig. coracohumerale (CHL). PC = Processus coracoideus



► **Abb. 13** Longitudinalschnitt: Lig. coracoacromiale (CAL) und Lig. coracohumerale (CHL). PC = Processus coracoideus



► **Abb. 14** Transversalschnitt: Rotatorenmanschettenintervall (RI; schematische Darstellung). CHL = Lig. coracoacromiale (korakohumerales Ligament); LB = lange Bizepssehne; LCHL = laterales Lig. coracoacromiale; MCHL = Lig. coracoacromiale medius; SGHL = superiores glenohumerales Ligament; SSC = M. subscapularis; SSP = M. supraspinatus

PRAXIS

Untersuchungsablauf anteriore Schulter

Untersuchung

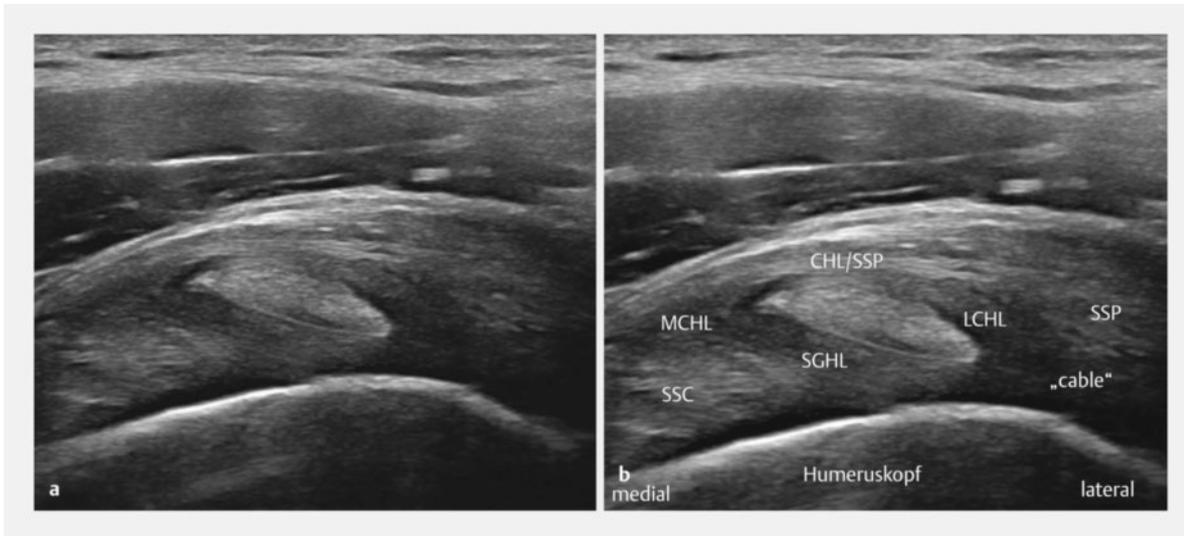
- entspannter Arm in Neutralposition
- Ellenbogen in 90°-Flexion, Hand supiniert
- hängender Arm in leichter Innen- und Außenrotation (aktiv und passiv)
- dynamische Untersuchung in Innen- und Außenrotation

Strukturen

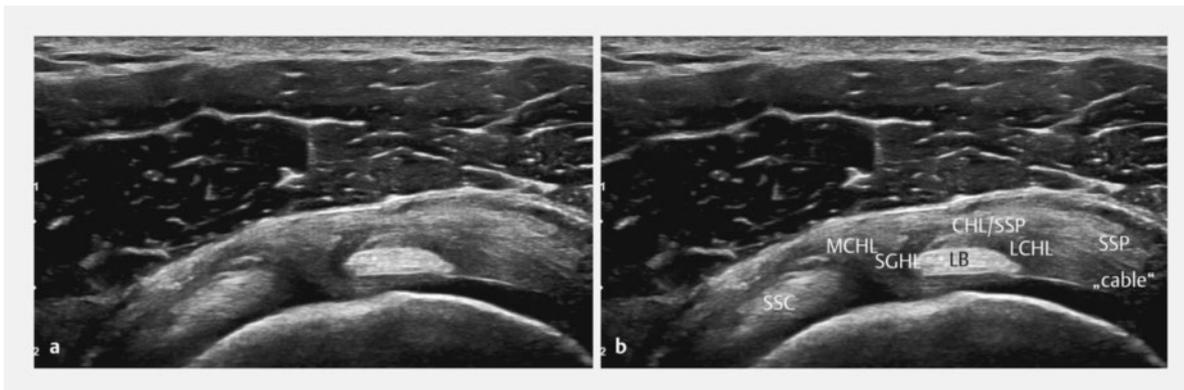
- M. deltoideus
- M. supraspinatus
- M. subscapularis
- M. pectoralis maior
- M. latissimus dorsi
- M. coracobrachialis
- Tuberculum majus und minus mit Sulcus bicipitalis
- langer und kurzer Kopf des M. biceps brachii
- Bursa subdeltoidea
- Bursa subcoracoidea
- Bursa subscapularis
- anteriorer Humeruskopf
- Processus coracoideus
- korakoklavikuläre Ligamente
- Sternoklavikulargelenk
- Ligg. coracoacromiale, coracohumerale, coracoclaviculare und Lig. transversum (► **Abb. 12**, **Abb. 13**)

Das Rotatorenmanschettenintervall (RI) hat eine trianguläre Form und stellt eine Lücke in der anterioren Rotatorenmanschette (zwischen M. supraspinatus und M. subscapularis) dar (► **Abb. 14**). Die Größe des Rotatorenmanschettenintervalls ist unterschiedlich. Es ist eine Erweiterung der anterosuperioren glenohumeralen Gelenkkapsel und wird zusätzlich durch das korakohumerale Ligament (CHL) lateral sowie das superiore glenohumerale Ligament (SGHL) medial verstärkt; die Fasern der Ligamente und der Kapsel bilden zusammen ein Netz und inserieren lateral und medial des Sulcus bicipitalis [11] (► **Abb. 15**, **Abb. 16**).

Das Rotatorenmanschettenintervall enthält sowohl den intraartikulären Anteil der langen Bizepssehne (LBS) als auch deren Durchtritt durch die Gelenkkapsel. Auf Höhe des Rotatorenmanschettenintervalls wirkt die lange Bizepssehne als Depressor und Stabilisator des glenohumeralen Gelenks. Die lange Bizepssehne wird durch eine Schlinge geführt, die durch das korakohumerale Ligament (posteriore und laterale Wand zusammen mit Fasern der Supraspinatussehne) und das superiore glenohumerale Ligament (SGHL) als mediale Wand zusammen mit Fasern der Subskapularissehne gebildet wird.



► **Abb. 15** Transversalschnitt: Rotatorenmanschettenintervall (RI). CHL = Lig. coracoacromiale (korakohumerales Ligament); LCHL = laterales Lig. coracoacromiale; MCHL = Lig. coracoacromiale medius; SGHL = superiores glenohumerales Ligament; SSC = M. subscapularis; SSP = M. supraspinatus



► **Abb. 16** Transversalschnitt: Rotatorenmanschettenintervall (RI) – erweiterte Sicht. CHL = Lig. coracoacromiale (korakohumerales Ligament); LB = lange Bizepssehne; LCHL = laterales Lig. coracoacromiale; MCHL = Lig. coracoacromiale medius; SGHL = superiores glenohumerales Ligament; SSC = M. subscapularis; SSP = M. supraspinatus

Das anteriore Dach wird durch Fasern des korakohumeralen Ligamentes, der Supraspinatussehne und der Subscapularissehne gebildet und geht in das Lig. transversum über. Die beschriebene Schlinge wird in der Literatur auch als superior-complex Layer bezeichnet [12, 13].

Der mediale Anteil des CHL wird als mediales CHL (MCHL) und der laterale Anteil als LCHL bezeichnet. Das LCHL inseriert am Tuberculum majus (TubM) und formt zusätzlich ein dünnes fibröses Band unterhalb der SSP/ISP-Fasern und oberhalb der Gelenkkapsel. Dieses Band, auch Rotator Cable genannt, inseriert an der anterioren Grenze der SSP- Sehne.

Die Region zwischen Rotator Cable und distaler SSP-Insertion am Tuberculum majus wird auch als Crescent Zone bezeichnet; eine weniger gut durchblutete, aber biomechanisch stark beanspruchte Zone. Rupturen in der Crescent Zone mit intaktem Rotator Cable haben wahrscheinlich biomechanisch weniger große Konsequenzen [14, 15].

Merke
In der modifizierten Crass-Position lässt sich das Rotator Cable am besten nach lateral verfolgen. Dabei ist es wichtig, den Insonisationswinkel zu verändern und so Anisotropie zu vermeiden. Das Rotator Cable kann so in über 90% der Fälle dargestellt werden [16, 17].

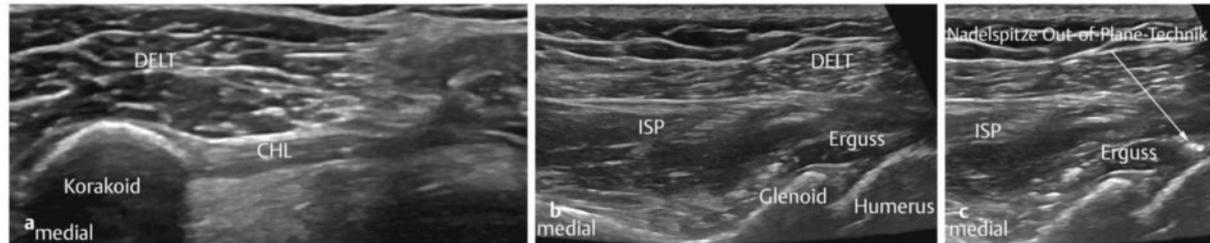
FALLBEISPIEL

Fall 3

36-jähriger Patient mit eingeschränkter Außenrotation. Die in ► **Abb. 17** dargestellten sonografischen Befunde werden bei retraktiver Kapsulitis (frozen Shoulder) erhoben:

- Verdickung des korakohumeralen Ligamentes (► **Abb. 17 a**),
- Erguss im Glenohumeralgelenk (► **Abb. 17 b**).

Es erfolgt eine therapeutische Injektion ins Glenohumeralgelenk von posterior in Out-of-Plane-Technik (Nachteil: erschwerte Visualisierung der Nadelspitze, Vorteil: kurzer Injektionsweg) (► **Abb. 17 c**).

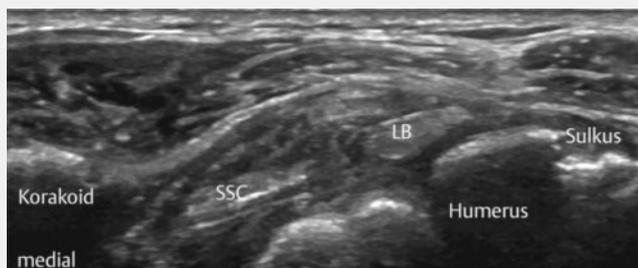


► **Abb. 17** Fallbeispiel 3. CHL = Lig. coracoacromiale (korakohumerales Ligament); DELT = M. deltoideus; ISP = M. infraspinatus
 a Anteriorer Transversalschnitt, Arm in leichter Außenrotation. Verdickung des korakohumeralen Ligamentes.
 b Posteriorer Transversalschnitt, Arm in leichter Außenrotation. Erguss im Glenohumeralgelenk.
 c Posteriorer Transversalschnitt, Arm in leichter Außenrotation. Injektion ins Glenohumeralgelenk, Darstellung der Nadelspitze innerhalb des Glenohumeralgelenks.

FALLBEISPIEL

Fall 4

Es handelt sich um einen 44-jährigen Patienten, von Beruf Bauarbeiter, mit mechanischen und entzündlichen anterioren Schulterschmerzen ohne Trauma. Es sind keine Systemerkrankungen bekannt. Die verdickte lange Bizepssehne ist im intraartikulären Verlauf medialisiert und liegt im Bereich einer kranialen Subskapularissehnenläsion. Diese Verlagerung der tendinotisch verdickten Sehne entsteht bei zusätzlicher Ruptur des Pulley (► **Abb. 18**).



► **Abb. 18** Fallbeispiel 4: Anteriorer Transversalschnitt, Arm in Neutralstellung. Medialisierte tendinotisch veränderte lange Bizepssehne bei kranialer Subskapularissehnenläsion und Läsion des Pulley. LB = lange Bizepssehne; SSC = M. subscapularis

Sonopathologie

Die typischen Pathologien der langen Bizepssehne sind

- partielle und komplette Rupturen,
- Tendinitiden oder
- Dislokationen mit oder ohne Läsion der M.-subscapularis-Sehne bzw. bei gleichzeitiger Pulley-Läsion.
- Zusätzlich kann im bizipitalen Rezessus eine Synovitis oder ein Erguss nachgewiesen werden.

PRAXISTIPP

Bei der Untersuchung ist darauf zu achten, den Sondendruck möglichst gering zu halten, um die Flüssigkeit nicht wegzudrücken.

Läsionen der Subskapularissehne können sich gelenknah, bursanahe, intratendinös oder transmural (= perforierend) darstellen.

Die dynamische Untersuchung des M. subscapularis in Außenrotation ist essenziell. Wird das Lig. coracoacromiale in einer schrägen Sondenposition dargestellt, kann mittels dynamischer Manöver (Innen- und Außenrotation, Abduktion etc.) das anteriore Impingement provoziert und evaluiert werden; dabei kommen Sehnenpathologien oder auch Bursitiden (in der Regel unter dem korakoakromialen Ligament liegend) zur Darstel-

lung. In der adhäsiven Kapsulitis (frozen Shoulder) können die korakohumerale, korakoakromiale oder glenohumeralen Ligamente (Gelenkkapsel) verdickt sein.

Rupturen der Subskapularissehne werden auch im Ultraschall häufig fehldiagnostiziert und bedürfen einer sorgfältigen Analyse insbesondere der kranialen Sehnenanteile im Bereich des RI. Die Klassifikation nach Lafosse hat sich dabei bewährt [18].

Merke

Kraniale Anteile der Subskapularissehne können gut in einem seitenvergleichenden Transversalschnitt untersucht werden. In 2/3 der Fälle ist die Läsion im kranialen Drittel lokalisiert [19].

Häufige Pathologien der anterioren Schulter sind in der Übersicht zusammengefasst.

ÜBERSICHT

Häufige Pathologien der anterioren Schulter

- Arthrose und Arthritis des Sternoklavikulargelenks
- benigne Subluxation des Sternoklavikulargelenks
- Frakturen (z. B. Tuberculum majus oder Processus coracoideus)
- Erosionen
- Verkalkungen des anterioren Labrums
- Läsionen der Sehnen und Muskeln
- Tendinopathien und Verkalkungen der Sehnen und Muskeln
- Bursitiden
 - Bursa subdeltoidea
 - Bursa subcoracoidea
 - Bursa subscapularis
- Erguss und Synovitis
- Bizepssehnen:
 - Pathologien
 - Luxation
- Pulley-Läsionen
 - mediales Pulley → SGHL und MCHL
 - laterales Pulley → LCHL

Laterale Schulter und axillärer Rezessus

Sonoanatomie

Die laterale Schulter wird in verschiedenen Positionen statisch und dynamisch untersucht; zum einen in der Standardstellung (Neutralstellung mit flektiertem Ellenbogen in 90° und supinierter Hand), zum anderen dynamisch in Innen- und Außenrotation, während einer Abduktion sowie in der modifizierten Crass-Position (flek-

tierter Ellenbogen mit Hand am Gesäß respektive Crista iliaca, Ellenbogen zum Körper). In diesen Positionen werden speziell die Supraspinatussehne und die Interaktion mit dem Akromion bzw. mit dem Lig. coracoacromiale untersucht (► Abb. 19, Abb. 20).

PRAXISTIPP

In der modifizierten Crass-Position (► Abb. 21) stellt sich die Insertion der Supraspinatussehne am „Footprint“ (Insertionszone = Enthese) des Tuberculum majus am besten dar. Zudem werden so das korakohumerale, das superiore glenohumorale Ligament und die Gelenkkapsel mit hyalinem Knorpel exzellent visualisiert.

Das hyperechogene Rotator Cable, bestehend aus Lig. coracohumerale und Supraspinatusfasern, läuft unterhalb der Rotatorenmanschettensehnenplatte und oberhalb der Gelenkkapsel ca. 1,5 cm medial des Tuberculum majus und ist in dieser Untersuchungslage gut visualisierbar. Alle Sehnen sollten in einem Transversal- und Longitudinalschnitt statisch und dynamisch untersucht werden.



► Abb. 19 Transversalschnitt: M. supraspinatus. DELT = M. deltoideus; ISP = M. infraspinatus; LB = lange Bizepssehne; SSP = M. supraspinatus



► Abb. 20 Longitudinalschnitt: M. supraspinatus. DELT = M. deltoideus; SSP = M. supraspinatus



► **Abb. 21** Modifizierte Crass-Position.

PRAXIS

Untersuchungsablauf laterale Schulter

Untersuchung

- entspannter Arm in Neutralposition
- Ellenbogen in 90°-Flexion, Hand supiniert
- modifizierte Crass-Position
- Innenrotation
- dynamische Untersuchung in Innen- und Außenrotation, Abduktion

Struktur

- M. deltoideus pars lateralis
- M. supraspinatus
- M. infraspinatus
- Rotatorenmanschettenintervall, Pulley
- Tuberculum majus und minus mit Sulcus bicipitalis
- lange Bizepssehne
- Bursa subdeltoidea
- lateraler Humeruskopf
- Lig. coracoacromiale
- Lig. coracohumerale

Die Axilla wird in sitzender oder liegender Position mit eleviertem bzw. 90° abduzierten Arm untersucht; dabei kommen sowohl das Collum chirurgicum als auch der inferiore glenohumerale Rezessus mit Gelenkkapsel zur Darstellung.

PRAXIS

Untersuchungsablauf axilläre Schulter

Untersuchung

- sitzend oder liegend
- extendierter Arm in 90° Abduktion

Struktur

- Humeruskopf
- Collum chirurgicum
- glenohumeraler Rezessus

Sonopathologie

Häufige Pathologien der Supraspinatussehne sind Tendinopathien, Verkalkungen und Rupturen, sowohl traumatisch als auch degenerativ bedingt. Verkalkungen sind häufiger an der Insertion der Sehne und im Übergang zum ISP zu finden. Läsionen der Supraspinatussehne sind am häufigsten im Bereich der Insertion (Footprint) und intervallnah anzutreffen.

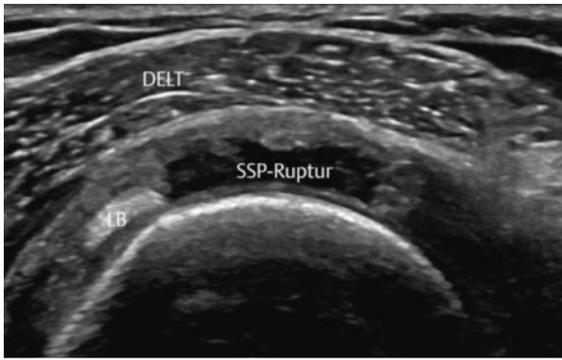
Unterschieden werden Partialrupturen (entsprechend der Lokalisation intratendinös, gelenknah bzw. bursa-nahe) von den transmuralen (perforierenden) Rupturen (Läsion des gesamten Sehnedurchmessers). Die Partialrupturen entstehen insbesondere durch unterschiedliche histologische Eigenschaften der Supraspinatussehne mit einem bursalen Anteil und artikulären Anteil [20, 21].

Die häufigeren Pathologien an der lateralen Schulter sind in der folgenden Übersicht zusammengefasst.

ÜBERSICHT

Häufige Pathologien der lateralen Schulter

- Frakturen (z. B. Tuberculum majus)
- Erosionen
- Verkalkungen des hyalinen Knorpels
- Rupturen von Sehnen und Muskeln
- Tendinopathie
- Verkalkungen in den Sehnen
- Bursitis subdeltoidea
- Pulley-Läsionen (Ringbänder des Rotatorenmanschettenintervalls)



► **Abb. 22** Transversalschnitt: Komplette Ruptur der Supraspinatussehne; mit Ruptur des Rotator Cable. DELT = M. deltoideus; LB = lange Bizepssehne; SSP = M. supraspinatus



► **Abb. 23** Longitudinalschnitt: Komplette Ruptur der Supraspinatussehne; mit Ruptur des Rotator Cable. DELT = M. deltoideus; SSP = M. supraspinatus

92% der Rotatorenmanschettenrupturen sind im Bereich der Supraspinatussehne zu finden. Die Hauptlokalisierung ist ca. 15 mm lateral der langen Bizepssehne [22]. Bei der Evaluation von Rupturen der Supraspinatussehne sollte das Ausmaß der Ruptur, aber auch die Distanz der Rupturzone zur langen Bizepssehne gemessen werden; bei Beginn der Rupturzone < 10 mm besteht ein deutlich erhöhtes Risiko einer fettigen Degeneration des Supraspinatusmuskels [23].

Partialrupturen oder kleine transmurale Rupturen (kleiner als 1 cm) bleiben häufig stabil [24].

Merke

Wichtig ist das Erkennen einer Rupturausweitung im Rahmen einer Verlaufsuntersuchung, um eine Massenruptur resp. 2 Sehnenrupturen und ein damit einhergehendes Arthrose- oder Pseudoparalyserisiko zu vermeiden [25, 26].

Zusätzlich sollen in der Sonografie auch die ossären Verhältnisse mitbeurteilt werden, um so Hinweise für bereits vorhandene degenerative Veränderungen nicht zu verpassen.



► **Abb. 24** Longitudinalschnitt: Transmurale Ruptur der Supraspinatussehne; mit Sehnenretraktion. DELT = M. deltoideus; SSP = M. supraspinatus; TubM = Tuberculum majus



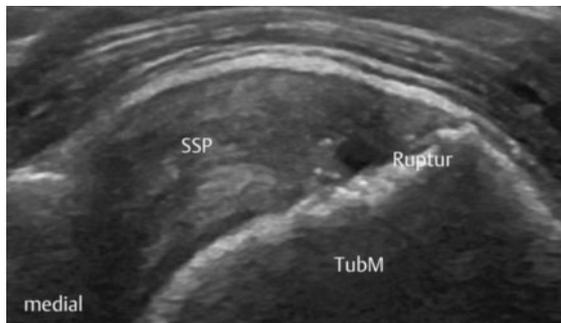
► **Abb. 25** Transversalschnitt: Transmurale Ruptur der Supraspinatussehne. ISP = M. infraspinatus; SSP = M. supraspinatus

Ist die gesamte Sehne sowohl in der Dicke als auch in der Breite (anterior–posterior) gerissen, spricht man von einer kompletten (oder Massen-) Ruptur [27] (► **Abb. 22, Abb. 23**). Zusätzlich kommuniziert bei transmuralen Rupturen die Bursa subdeltoidea mit dem glenohumeralen Gelenk; dies zeigt sich durch in Sonopalpation verschiebbare Flüssigkeitskolektionen im Bereich der Ruptur.

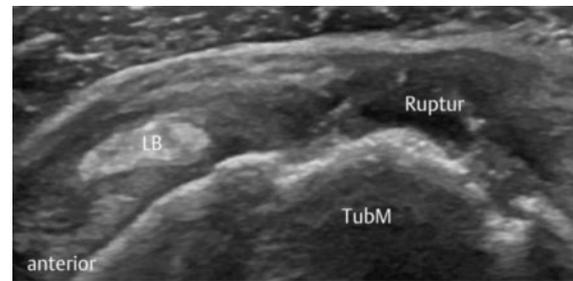
PRAXISTIPP

Jede Ruptur muss in mindestens 2 Ebenen definiert und ausgemessen werden. Hilfreich ist dabei die Angabe der Distanz zur Bizepssehne bzw. zur Insertion an der ossären Insertion. Beachtet werden sollte, dass je nach Position des Armes die Ruptur auch überschätzt werden kann (ideale Position: Crass-Position) [28].

Bei transmuralen Rupturen wird eine mögliche Retraktion der Sehne evaluiert und ausgemessen (► **Abb. 24, Abb. 25, Abb. 26, Abb. 27**). Ist die Sehne so weit unter das Akromion retrahiert, sodass der Stumpf nicht mehr dargestellt werden kann, ist eine Arthro-MRT-Untersuchung als Ergänzung hilfreich.



► **Abb. 26** Longitudinalschnitt: Transmurale Ruptur der Supraspinatussehne. SSP = M. supraspinatus; TubM = Tuberculum majus



► **Abb. 27** Longitudinalschnitt: Transmurale Ruptur der Supraspinatussehne. BC= lange Bizepssehne; TubM = Tuberculum majus

PRAXISTIPP

Bei transmuralen Rupturen kommuniziert die Bursa subdeltoidea mit dem glenohumeralen Gelenk, deshalb wird häufig in diesem Zusammenhang Flüssigkeit im Sulcus bicipitalis (bicipitalen Rezessus) gesehen. Durch die dynamische Untersuchung kann Flüssigkeit oder auch hyperechogenes Gas (Normalbefund in einem Gelenk) in die Rupturzone mobilisiert und die Ruptur so demaskiert werden [29]; eine zusätzliche Maßnahme ist auch eine Injektion von Flüssigkeit als „Kontrastmittel“ in die Bursa subdeltoidea zur weiteren Rupturevaluation.

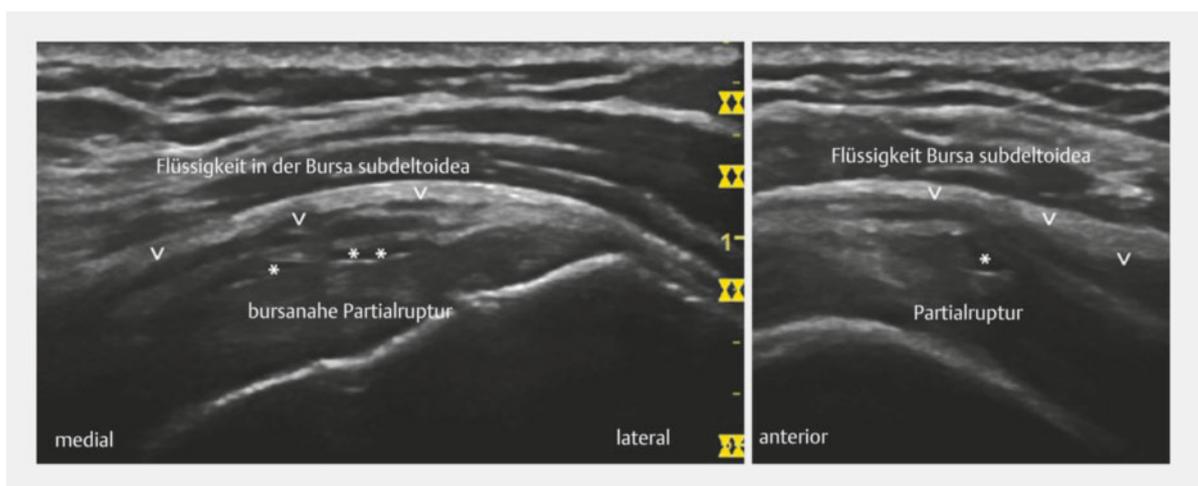
Schwieriger zu untersuchen sind kleine Partialrupturen an der Insertion – insbesondere gelenknahe – infolge Anisotropie, die verursacht wird durch die schräge ossäre Konfiguration bzw. Stellung der Insertion am Tuberculum majus [30,31]. Rupturzonen können mit Flüssigkeit, Hä-

matom oder bei älteren Läsionen auch mit Narben- bzw. Granulationsgewebe gefüllt sein.

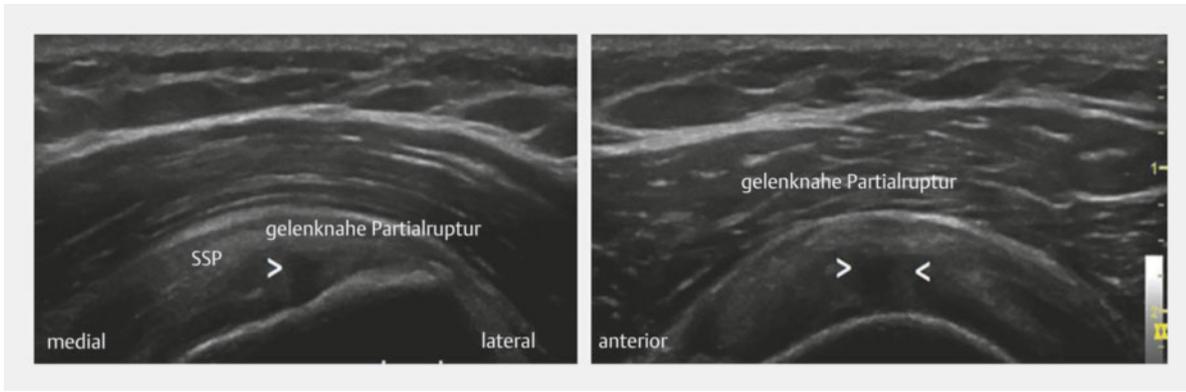
Bursanahe Partialrupturen sind meistens besser sichtbar als gelenknahe Partialrupturen. Normalerweise zeigt sich ein kleiner konkaver hypoechogener Defekt (eventuell mit zusätzlich wenig bursaler Flüssigkeit oder peribursalem Fettgewebe in der Läsion) im Bereich der bursaseitigen Insertion der Supraspinatussehne am Tuberculum majus (► **Abb. 28**).

Gelenknahe Partialrupturen sind häufiger als bursanahe Partialrupturen. Die Läsionen sind häufig gemischt echogen mit hyper- und hypoechogenen Zonen (neues akustisches Interface durch retrahierte Fasern); zum Teil sind die Läsionen mit Gelenkflüssigkeit gefüllt. Als Zusatzbefund können ossäre Irregularitäten dargestellt werden (► **Abb. 29**) [32, 33].

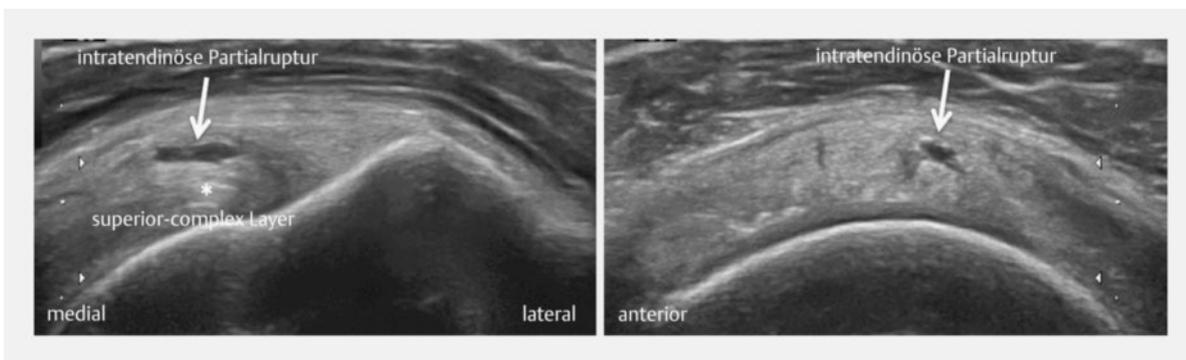
Intratendinöse Partialrupturen sind kleine flüssigkeitsgefüllte Risse, meistens entlang der Faserrichtung von der Insertion ausgehend (► **Abb. 30**) [32].



► **Abb. 28** Longitudinal- und Transversalschnitt: Bursanahe Partialruptur der Supraspinatussehne.



► **Abb. 29** Longitudinal- und Transversalschnitt: Gelenknahe Partialruptur der Supraspinatussehne (SSP).



► **Abb. 30** Longitudinal- und Transversalschnitt: Intratendinöse Partialruptur der Supraspinatussehne.

Cave

Anisotropie an der Insertion der M.-supraspinatus-Sehne infolge schräger ossärer Enthese am Tuberculum majus kann als Partialruptur fehlinterpretiert werden.

Interface-Sign

DEFINITION

Interface-Sign

Der Begriff Interface-Sign bezeichnet eine hyperechogene Linie infolge eines starken Unterschieds des akustischen Widerstandes an der Grenze von zwei Geweben (Wasser, Knorpel) mit unterschiedlicher akustischer Impedanz.

Im Fall einer Rupturdiagnostik ist die Linie hilfreich, um den Verdacht einer Ruptur zu bestärken. Das Interface-Sign ist insbesondere dann hilfreich, wenn die Sehne nicht retrahiert ist. Dies gilt sowohl bei transmuralen Läsionen als auch bei Partialrupturen [34, 35].

Cave

Eine Falschdiagnose einer Partialruptur kann entstehen durch folgende Strukturen:

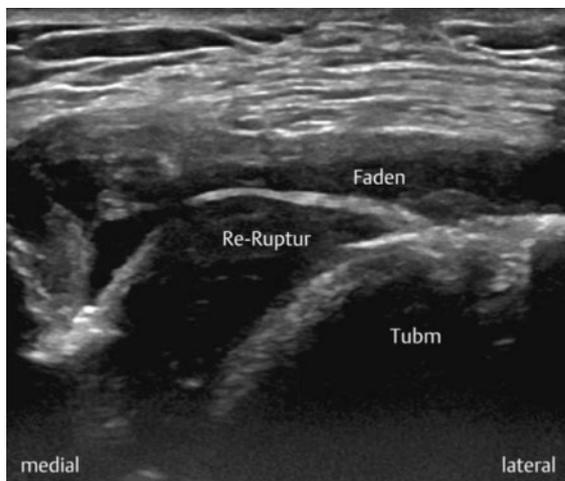
- Anisotropie (multilaminare Supraspinatussehne, Rotator Cable),
- myotendinöser Übergang (hypoechogener Muskel),
- multipel gefiederter Muskel (z.B. Subskapularis-sehne).

Postoperative Untersuchung (Schwerpunkt M. supraspinatus)

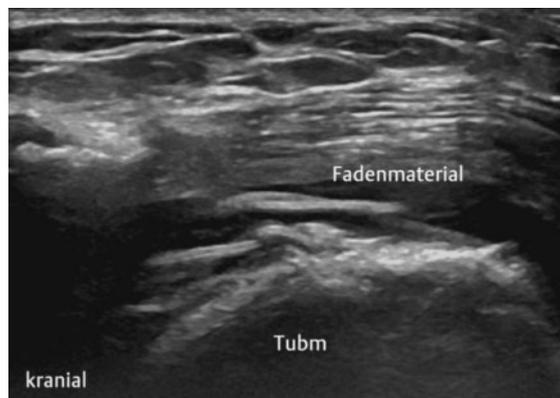
Die Ultraschalluntersuchung der postoperativen Schulter ist anspruchsvoll; insbesondere, weil pathologische Veränderungen häufig für den Heilungsverlauf resp. für das klinische Resultat nicht immer relevant sind [36]. Trotzdem besteht eine Re-Rupturrate von 10–40% je nach Größe der initialen Läsion [37].

Merke

95% der Re-Rupturen ereignen sich in den ersten 6 Monaten postoperativ [38, 39].



► **Abb. 31** Longitudinalschnitt Subskapularissehne: Re-Ruptur Typ V nach Sugaya mit frei flottierendem Fadenmaterial. Tubm = Tuberculum minus



► **Abb. 32** Transversalschnitt Subskapularissehne: Re-Ruptur Typ V nach Sugaya mit frei flottierendem Fadenmaterial. Tubm = Tuberculum minus



► **Abb. 33** Longitudinalschnitt Supraspinatussehne: Intakte Rekonstruktion mit sichtbarem Fadenmaterial. SSP = M. supraspinatus; TubM = Tuberculum majus



► **Abb. 34** Transversalschnitt Supraspinatussehne: Intakte Rekonstruktion mit sichtbarem Fadenmaterial. SSP = M. supraspinatus; TubM = Tuberculum majus

Die Beurteilung des Resultates ist im MRT oft schwierig infolge von Metallartefakten und postoperativ heterogenem Signal in der Sehnenplatte. Die Vorteile der Sonografie sind

- die dynamische Untersuchung,
- eine minimale Einschränkung durch Metallartefakte und
- die gute Unterscheidung von Flüssigkeit im Vergleich zu Sehnenewebe.

Die postoperative sonografische Verlaufsuntersuchung hat im Vergleich zum MRT oder Arthroskopie gute Resultate gezeigt mit einer Sensitivität und Spezifität von bis zu 91% bzw. 98% [40–42]. Viele Studien betrachten den Ultraschall deshalb als Bildgebung der Wahl.

Im postoperativen Verlauf kann sich die Dicke der operierten Sehne in den ersten 3–12 Monaten noch verändern (Ausdünnung, Zunahme der Dicke) [43]. Bei 70% der asymptomatischen operierten Patienten zeigt sich Flüssigkeit in der Bursa subdeltoidea bis zu ein Jahr (1–6 mm) [44].

Merke

Die postoperative sonografische Verlaufskontrolle 6 Monate nach Operation hat sich bewährt, da die Echogenität der Sehne und die Beweglichkeit der Schulter für die optimale Positionierung während der Untersuchung zu diesem Zeitpunkt gut sind.

Wie für die MRT-Beurteilung hat sich auch in der Sonografie die Klassifikation nach Sugaya bewährt und ist bezüglich Intra- und Interobserver-Konkordanz validiert [40,45]. Obwohl sich die Dicke der refixierten Sehne im Heilungsverlauf ändern kann, konnten Kim et al. zeigen, dass 16% der Patienten mit Ausdünnung Typ III nach Sugaya (Dicke kleiner als die Hälfte der normalen Sehne) eine Re-Ruptur Typ IV oder V nach einem Jahr haben.

Merke

Als Grenze für eine ausgedünnte Sehne Typ III nach Sugaya haben sich 3 mm im Longitudinalschnitt und für die Unterscheidung Typ IV (kleine Re-Ruptur) von Typ V 5 mm im Transversalschnitt bewährt (► Abb. 31, Abb. 32, Abb. 33, Abb. 34) [40].

Sonografische Beurteilung der Muskelqualität (Schwerpunkt M. supraspinatus)

Die Evaluation der Muskelqualität im Hinblick auf eine chirurgische Intervention ist fundamental [46]. Obwohl sich der Ultraschall hervorragend zur Beurteilung der Muskelstruktur eignet, gibt es noch keine anerkannte Klassifikation.

In der **MRT-Untersuchung** werden zum einen die fettige Degeneration und Trophik (Muskelvolumen) beurteilt [47,48]. Die fettige Degeneration wird meistens durch die Klassifikation nach Goutallier oder Fuchs beschrieben [49,50]. Die Muskeltrophik kann zum anderen zusätzlich mittels des Tangent Sign (Analyse des Muskelquerschnitts auf einer gedachten Linie zwischen Processus coracoideus und Spina scapulae) evaluiert werden; sonografisch ist diese jedoch nicht untersucht worden [51].

In der **Ultraschalluntersuchung** erfolgt die Beurteilung der Muskelqualität mittels Vergleich der Muskelstruktur, Echogenität (hyperechogen bei Atrophie und Verfettung), Volumen zur Gegenseite oder angrenzenden Muskeln (z.B. M. trapezius). Zusätzlich können in der Real-Time-Untersuchung auch Faszikulationen nachgewiesen werden.

Die quantitative **Shear-Wave-Elastografie** ist eine weitere, noch in Erprobung befindliche Methode, die Muskelqualität objektiv zu beschreiben [52]. In der Studie von Roskopf et al. konnte eine Korrelation der quantitativen Shear-Wave-Messungen zur Goutallier-Klassifikation gezeigt werden. Diese Technik ist noch nicht ausgereift und standardisiert, die Gerätehersteller benutzen unterschiedliche Techniken, sodass die Elastografie zurzeit noch nicht standardmäßig eingesetzt werden kann.

Merke

Sonografische Beurteilung der Muskelqualität sollte immer vergleichend (Gegenseite, anderer Muskel) erfolgen.

Schlussfolgerung

Die klinische Untersuchung und die genaue Erhebung der Anamnese sind die Grundpfeiler in der Evaluation von Pathologien der Schulter.

Der hochauflösende MSUS der Schulter ist eine validierte und exzellente Ergänzung zur klinischen Evaluation: Ziele sind eine genaue Strukturanalyse der Beschwerden und eine Differenzierung zwischen entzündlichen und nicht entzündlichen Krankheiten.

Die Schulter ist für den Ultraschall äußerst gut zugänglich, da das Gelenk nur von wenig ossären Strukturen bedeckt ist. Limitationen der Technik beschränken sich deshalb auf tiefliegende oder aber durch das akustische Fenster (Knochen, Verkalkung) eingeschränkt sichtbare Pathologien und die Erfahrung des Untersuchers.

Mit der neuen Generation von Ultraschallgeräten, insbesondere den neuen hochfrequenten Sonden, ist eine ebenbürtige, wenn nicht höhere Auflösung im Vergleich zum MRT möglich. Zusätzlich bietet die Ultraschalldiagnostik die Möglichkeit zur dynamischen Untersuchung in Echtzeit und zur optimalen Darstellung einer Pathologie eine multiplanare Schnittführung. Moderne Ultraschallgeräte können Tomografien, Koronarschnitte und 3-D-Rekonstruktionen abbilden.

Zusätzlich sind im Rahmen der diagnostischen Untersuchung ultraschallgesteuerte therapeutische wie auch diagnostische Injektionen möglich.

KERNAUSSAGEN

- Die Unterscheidung bzw. Diagnosestellung zwischen entzündlicher und degenerativer Ursache für Schulterpathologien gelingt mittels Anamnese, Untersuchung und Ultraschalldiagnostik (mit ggf. Infiltration/Punktion) in einem großen Teil der Fälle.
- Die dynamische Untersuchung ist ein wichtiger Bestandteil und auch ein Vorteil der Untersuchung.
- Die Auflösung ist gleich gut (oder besser) als eine MRT-Untersuchung.
- Cave: Limitationen:
 - intraartikuläre Pathologien wie SLAP-Läsionen,
 - Labrumläsionen,
 - intraossäre Prozesse etc.
- Wichtig ist die detaillierte Beurteilung der gesamten zu untersuchenden anatomischen Struktur der Schulter, um eine Gesamtbilanz der Pathologie zu erhalten. Einzelne Standardschnitte reichen zur Beurteilung einer Pathologie nicht aus.
- Der Ultraschall eignet sich hervorragend zur Untersuchung der Muskelqualität und Muskelstruktur vergleichend zur gesunden Seite.
- Gute sonoanatomische Kenntnisse sind unabdingbar zur Erkennung und richtigen Einordnung der möglichen Pathologien und Beurteilung der Prognose.
- Für die Beurteilung von Supraspinatusrupturen ist die Evaluation des Rotatorenmanschettenintervalls mit dem Pulley-System essenziell.
- Genaue Rupturlokalisierung, Rupturklassifizierung und Dokumentation der Anzahl der betroffenen Sehnen ist in der Evaluation von Rupturen der Rotatorenmanschette entscheidend.
- Für die bildgebende postoperative Verlaufskontrolle 6 Monate nach Rekonstruktion der Rotatorenmanschette (insbesondere M. supraspinatus) ist der Ultraschall eine Referenzmethode.
- Für die Diagnostik von Kristallarthropathien hat die Sonografie eine hohe Sensitivität und Spezifität mit einhergehend hohem prädiktivem Wert.
- Sonografie und Intervention können bei Bedarf in der gleichen Sitzung kombiniert werden (Kalk-Needling, Infiltration, Punktion).

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

Autorinnen / Autoren



Christian Marx

Dr. med., Facharzt Rheumatologie. 2013–2017 Oberarzt und Leitender Arzt Rheumatologische Klinik Bethesdaspital, Basel, Schweiz. 2010–2013 Oberarzt Kantonsspital, Winterthur, Schweiz. Dr. Marx ist tätig als EULAR Ultrasound Teacher, Member EULAR Network of Imaging Training Centers, SGUM Tutor/Teacher (Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Schweiz) und Leiter Ultraschall Zentrum Rheumatologie seit 2017. Schwerpunkte: Rheumatologie, muskuloskelettaler Ultraschall.



Giorgio Tamborrini

Dr. med. Facharzt Rheumatologie. 2007–2012 Oberarzt Universitätsspital Zürich. 2012–2016 Leitender Arzt und Chefarzt Rheumatologische Klinik Bethesdaspital, Basel, Schweiz. Dr. Tamborrini ist tätig als Klinischer Dozent Universität Zürich (KD UZH), EULAR Ultrasound Teacher, Member EULAR Standing Committee in Imaging, Member EULAR Network of Imaging Training Centres, Member EULAR Study Group on Anatomy for the Image, SGUM Tutor/Teacher und Kursleiter (Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) und Leiter Ultraschall Zentrum Rheumatologie seit 2017 und Oberarzt Universitätsspital Basel. Schwerpunkte: Rheumatologie, muskuloskelettaler Ultraschall.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Christian Marx

UZR – Ultraschall Zentrum Rheumatologie Basel
Institut für Ultraschall des Bewegungsapparates
und Rheumatologie
Aeschenvorstadt 68
4051 Basel
Schweiz
c.marx@hin.ch

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Dr. med. Christian Marx, Basel.

Literatur

- [1] Schmidt W, Schicke B, Krause A. Schultergelenkerguss: Welcher Ultraschallschnitt ist der beste? *Ultraschall der Medizin – Eur J Ultrasound* 2008; 29: 250–255. doi:10.1055/s-2008-1027330
- [2] Krzyżanowski W. [Zastosowanie ultrasonografii w ocenie obrąbka stawu ramiennego. Część I: Anatomia ultrasonograficzna i technika badania.] The use of ultrasound in the assessment of the glenoid labrum of the glenohumeral joint. Part I: Ultrasound anatomy and examination technique. *J Ultrason* 2012; 12: 164–177
- [3] Puig S, Felder-Puig R. Evidenzbasierte Radiologie: Ein neuer Ansatz zur Bewertung von klinisch angewandter radiologischer Diagnostik und Therapie. *Rofo* 2006; 178: 671–679. doi:10.1055/s-2006-926711
- [4] Zhang W, Doherty M, Pascual E et al. EULAR recommendations for calcium pyrophosphate deposition. Part II: management. *Ann Rheum Dis* 2011; 70: 571–575. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21257614>
- [5] Barskova VG, Kudaeva FM, Bozhieva LA et al. Comparison of three imaging techniques in diagnosis of chondrocalcinosis of the knees in calcium pyrophosphate deposition disease. *Rheumatology (Oxford)* 2013; 52: 1090–1094. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23382359>
- [6] Ottaviani S, Bardin T, Richette P. Usefulness of ultrasonography for gout. *Jt Bone Spine* 2012; 79: 441–445. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22386965>
- [7] Kennedy MS, Nicholson HD, Woodley SJ. Clinical anatomy of the subacromial and related shoulder bursae: A review of the literature. *Clin Anat* 2017; 30: 213–226. doi:10.1002/ca.22823
- [8] Vorster W, Lange CPE, Briët RJP et al. The sensory branch distribution of the suprascapular nerve: an anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17: 500–502. Im Internet: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S105827460800027X>
- [9] Heers G, Hedtmann A. Sonographie des Akromioklavikulargelenks. *Orthopade* 2002; 31: 255–261. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12017850>
- [10] Tamborrini G, Möller I, Bong D et al. The Rotator Interval – A Link Between Anatomy and Ultrasound. *Ultrasound Int Open* 2017; 3: E107–E116. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28845477>
- [11] Seibold CJ, Mallisee TA, Erickson SJ et al. Rotator cuff: evaluation with US and MR imaging. *Radiographics* 1999; 19: 685–705. doi:10.1148/radiographics.19.3.g99ma03685
- [12] Kolts I, Busch LC, Tomusk H et al. Anatomy of the coracohumeral and coracoglenoidal ligaments. *Ann Anat* 2000; 182: 563–566. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11125808>
- [13] Kask K, Pöldoja E, Lont T et al. Anatomy of the superior glenohumeral ligament. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19: 908–916. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20434927>
- [14] Denard PJ, Koo SS, Murena L et al. Pseudoparalysis: the importance of rotator cable integrity. *Orthopedics* 2012; 35: e1353–e13577. doi:10.3928/01477447-20120822-21
- [15] Burkhart SS, Esch JC, Jolson RS. The rotator crescent and rotator cable: an anatomic description of the shoulder’s “suspension bridge”. *Arthroscopy* 1993; 9: 611–616. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8305096>
- [16] Morag Y, Jamadar DA, Boon TA et al. Ultrasound of the rotator cable: prevalence and morphology in asymptomatic shoulders. *AJR Am J Roentgenol* 2012; 198: W27–W30. doi:10.2214/AJR.10.5796
- [17] Kask K, Kolts I, Lubienski A et al. Magnetic resonance imaging and correlative gross anatomy of the ligamentum semicirculare humeri (rotator cable). *Clin Anat* 2008; 21: 420–426. doi:10.1002/ca.20639
- [18] Lafosse L, Jost B, Reiland Y et al. Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *J Bone Jt Surg* 2007; 89: 1184–1193. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17545420>
- [19] Narasimhan R, Shamse K, Nash C et al. Prevalence of subscapularis tears and accuracy of shoulder ultrasound in pre-operative diagnosis. *Int Orthop* 2016; 40: 975–979. doi:10.1007/s00264-015-3043-9
- [20] Nakajima T, Rokuuma N, Hamada K et al. Histologic and biomechanical characteristics of the supraspinatus tendon: Reference to rotator cuff tearing. *J Shoulder Elbow Surg* 1994; 3: 79–87. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22959646>
- [21] Guerini H, Ferman M, Godefroy D et al. US appearance of partial-thickness supraspinatus tendon tears: Application of the string theory. Pictorial essay. *J Ultrasound* 2012; 15: 7–15. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23396264>
- [22] Kim HM, Dahiya N, Teefey SA et al. Location and initiation of degenerative rotator cuff tears: an analysis of three hundred and sixty shoulders. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92: 1088–1096. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20439653>
- [23] Kim HM, Dahiya N, Teefey SA et al. Relationship of tear size and location to fatty degeneration of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92: 829–839. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20360505>
- [24] Maman E, Harris C, White L et al. Outcome of nonoperative treatment of symptomatic rotator cuff tears monitored by magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91: 1898–1906. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19651947>
- [25] Zingg PO, Jost B, Sukthankar A et al. Clinical and structural outcomes of nonoperative management of massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 1928–1934. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17768188>
- [26] Collin P, Matsumura N, Lädemann A et al. Relationship between massive chronic rotator cuff tear pattern and loss of active shoulder range of motion. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 1195–1202. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24433628>
- [27] Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 1990; (254): 64–74. Im Internet: https://journals.lww.com/clinorthop/Abstract/1990/05000/Diagnosis_and_Treatment_of_Incomplete_Rotator_Cuff.10.aspx
- [28] Ferri M, Finlay K, Popowich T et al. Sonography of full-thickness supraspinatus tears: comparison of patient positioning technique with surgical correlation. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 184: 180–184. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15615971>
- [29] Malghem J, Omoumi P, Lecouvet FE et al. Presumed intraarticular gas microbubbles resulting from a vacuum phenomenon: visualization with ultrasonography as hyperechoic microfoci. *Skeletal Radiol* 2011; 40: 1287–1293. doi:10.1007/s00256-011-1107-5

- [30] Okoroha KR, Mehran N, Duncan J et al. Characterization of Rotator Cuff Tears: Ultrasound Versus Magnetic Resonance Imaging. *Orthopedics* 2017; 40: e124–e130. doi:10.3928/01477447-20161013-04
- [31] van Holsbeeck MT, Kolowich PA, Eyster WR et al. US depiction of partial-thickness tear of the rotator cuff. *Radiology* 1995; 197: 443–446. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7480690>
- [32] Bouffard JA, Lee SM, Dhanju J. Ultrasonography of the shoulder. *Semin Ultrasound CT MR* 2000; 21: 164–191. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10994687>
- [33] Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. Shoulder sonography. State of the art. *Radiol Clin North Am* 1999; 37: 767–85, ix. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10442080>
- [34] Guerini H, Campagna R, Thévenin F et al. Le signe de la „double corticale“ dans les petites ruptures du tendon du supra-épineux. *Actual en échographie l'appareil locomoteur tome 11*. Montpellier: Sauramps Médical 2015; 11: 263–308
- [35] Jacobson JA, Lancaster S, Prasad A et al. Full-thickness and partial-thickness supraspinatus tendon tears: value of us signs in diagnosis. *Radiology* 2004; 230: 234–242. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14695399>
- [36] Gulotta LV, Nho SJ, Dodson CC et al. Prospective evaluation of arthroscopic rotator cuff repairs at 5 years: part II-prognostic factors for clinical and radiographic outcomes. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20: 941–946. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21719319>
- [37] Sugaya H, Maeda K, Matsuki K et al. Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair. A prospective outcome study. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 953–960. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17473131>
- [38] Miller BS, Downie BK, Kohen RB et al. When do rotator cuff repairs fail? Serial ultrasound examination after arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 2011; 39: 2064–2070. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21737833>
- [39] Iannotti JP, Deutsch A, Green A et al. Time to failure after rotator cuff repair: a prospective imaging study. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95: 965–971. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23780533>
- [40] Collin P, Yoshida M, Delarue A et al. Evaluating postoperative rotator cuff healing: Prospective comparison of MRI and ultrasound. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015; 101: S265–S268. Im Internet: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877056815001590>
- [41] Prickett WD, Teefey SA, Galatz LM et al. Accuracy of ultrasound imaging of the rotator cuff in shoulders that are painful postoperatively. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A: 1084–1089. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12784007>
- [42] Codi M, Rodeo SA, Scalise JJ et al. Assessment of rotator cuff repair integrity using ultrasound and magnetic resonance imaging in a multicenter study. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 1468–1472. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24751529>
- [43] Crim J, Burks R, Manaster BJ et al. Temporal evolution of MRI findings after arthroscopic rotator cuff repair. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 195: 1361–1366. doi:10.2214/AJR.10.4436
- [44] Spielmann AL, Forster BB, Kokan P et al. Shoulder after rotator cuff repair: mr imaging findings in asymptomatic individuals—initial experience. *Radiology* 1999; 213: 705–708. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10580942>
- [45] Kim JH, Hong IT, Ryu KJ et al. Retear rate in the late postoperative period after arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2014; 42: 2606–2613. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25186830>
- [46] Gladstone JN, Bishop JY, Lo IK et al. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med* 2007; 35: 719–728. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17337727>
- [47] Park JS, Park HJ, Kim SH et al. Prognostic factors affecting rotator cuff healing after arthroscopic repair in small to medium-sized tears. *Am J Sports Med* 2015; 43: 2386–2392. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26286879>
- [48] Kim JY, Park JS, Rhee YG. Can preoperative magnetic resonance imaging predict the reparability of massive rotator cuff tears? *Am J Sports Med* 2017; 45: 1654–1663. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28273425>
- [49] Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M et al. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8: 599–605. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10633896>
- [50] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J et al. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 1994; (304): 78–83. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8020238>
- [51] Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 1998; 33: 163–170. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9525755>
- [52] Roskopf AB, Ehrmann C, Buck FM et al. Quantitative shear-wave US elastography of the supraspinatus muscle: reliability of the method and relation to tendon integrity and muscle quality. *Radiology* 2016; 278: 465–474. doi:10.1148/radiol.2015150908
- [53] Tamborrini G, Marx C, Müller AM et al. Ultrasound, anatomy and arthroscopy of the shoulder high resolution sonoanatomy, sonohistology and sonopathology atlas – anatomy and arthroscopy of the shoulder. *Books on Demand*; 2015. ISBN 9783734781735
- [54] Tamborrini G, Marx C, Micheroli R. Inter-rater reliability in the classification of supraspinatus tendon tears using 3D ultrasound – a question of experience? *J Ultrason* 2016; 16: 252–259. Im Internet: <http://julterson.pl/index.php/issues/volume-16-no-66/inter-rater-reliability-in-the-classification-of-supraspinatus-tendon-tears-using-3d-ultrasound-a-question-of-experience?aid=455>
- [55] Baker JF, Synnott KA. Clinical images: gout revealed on arthroscopy after minor injury. *Arthritis Rheum* 2010; 62: 895. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20187161>
- [56] Marx C, Tamborrini G. CME-Rheumatologie 9/Auflösung: Kalziumpyrophosphat-Dihydrat-Krankheit bei Down-Syndrom. *Praxis (Bern 1994)* 2016; 105: 595–597. Im Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27167486>

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-115424>
 Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 2018; 13: 163–184
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 1611-7859

Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter cme.thieme.de/hilfe eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter [eref/thieme/ZZX8Y2P](https://eref.thieme.de/ZZX8Y2P) oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.

VNR 2760512018154652549



Frage 1

Welche der folgenden Strukturen bildet das laterale Pulley im Rotatorenmanschettenintervall?

- A Lig. conoideum und trapezoideum
- B superiores glenohumerales Ligament
- C Lig. coracoacromiale
- D Lig. transversum humeri
- E laterales korakohumerales Ligament

Frage 2

Ein Erguss im posterioren Glenohumeralgelenk kann am besten detektiert werden unter Anwendung welchen Manövers?

- A maximale Innenrotation im Glenohumeralgelenk
- B dynamische Untersuchung in Innen- und Außenrotation im Glenohumeralgelenk
- C Nackengriff und Sonografie des axillären Rezessus
- D modifizierte Crass-Position
- E Neutralposition

Frage 3

Welches ist der prognostisch wichtige Befund in der postoperativen sonografischen Beurteilung 6 Monate nach Rekonstruktion der Supraspinatussehne?

- A Nachweis von wenig Flüssigkeit in der Bursa subacromialis
- B Beurteilung der Neovaskularisation an der Sehneninsertion mittels Power-Doppler-Untersuchung
- C Unterscheidung einer intakten oder ausgedünnten Sehne nach Sugaya bis Typ III von einer kleinen Partialläsion Typ IV oder Läsion Typ V
- D Nachweis von wenig intraartikulärer Flüssigkeit
- E Nachweis von wenig Flüssigkeit im Recessus bicipitalis

Frage 4

Das Lig. transversum enthält Fasern welcher Sehnen?

- A Sehne des M. biceps und M. triceps brachii
- B Sehne des M. subscapularis und M. supraspinatus
- C Sehne des M. subscapularis und M. infraspinatus
- D Sehne des M. subscapularis und M. biceps brachii
- E Sehne des M. supraspinatus und M. subscapularis

Frage 5

Nur eine der folgenden Aussagen zur Insertion der Supraspinatussehne ist richtig. Welche?

- A Die Supraspinatussehne inseriert am Tuberculum minus.
- B Die Supraspinatussehne kann auf Höhe des Footprints wegen der Anisotropie nicht beurteilt werden.
- C Die Supraspinatussehne hat eine gemeinsame Insertion mit Fasern der Subskapularissehne und Fasern des lateralen Pulley.
- D Die Supraspinatussehne inseriert am Tuberculum majus
- E Die Supraspinatussehneninsertion kann medial und lateral der langen Bizepssehne liegen.

Frage 6

Welche Ligamente sind Teil des Pulley-Systems der langen Bizepssehne im Rotatorenmanschettenintervall?

- A superiores glenohumerales Ligament (SGHL) und korakohumerales Ligament (CHL)
- B korakoakromiales Ligament (CAL) und klavikuloakromiales Ligament
- C Lig. transversum und Supraspinatus-/Subskapularissehne
- D Gelenkkapsel und Supraspinatus-/Subskapularissehne
- E keine Ligamente

Frage 7

Der hochauflösende muskuloskeletale Ultraschall hat eine höhere positive Likelihood-Ratio in der Detektion von verschiedenen Kristallarthropathien. Welches ist der typische Befund mit hoher Likelihood-Ratio für Gicht?

- A Chondrokalzinose
- B Synovitis bzw. Erguss
- C positives Power-Doppler-Signal in der Bursa subacromialis oder Bursa deltoidea
- D Doppelkonturzeichen
- E Bursitis subacromialis

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung...

Frage 8

Welcher Nerv übernimmt den Hauptanteil der sensiblen Schultergelenkinnervation?

- A N. accessorius
- B N. axillaris
- C N. supraclavicularis
- D N. pectoralis lateralis
- E N. suprascapularis

Frage 9

Welche Teilruptur der Supraspinatussehne hat die schlechteste Prognose bezüglich fettiger Degeneration des Muskels nach Ruptur?

- A bursaseitige Partialruptur
- B gelenkseitige Partialruptur
- C transmurale Ruptur 15 mm lateral der langen Bizepssehne (häufigste Rupturlokalisation)
- D intramurale Ruptur
- E transmurale Ruptur < 10 mm lateral der langen Bizepssehne

Frage 10

Welches sind die beiden häufigsten und zugleich diagnostisch wichtigsten sonografischen Zeichen einer Chondrokalzinose an der Schulter?

- A Verkalkung im hyalinen Knorpel und Discus intraartikularis AC-Gelenk
- B Kalkauflagerung auf hyalinem Knorpel und Verkalkung der Sehnenenthesen
- C Bursitis subacromialis und Kalkeinlagerung an Insertionen der Rotatorenmanschette
- D osteophytäre Ausziehung des Akromions „spur“ und Bursitis subacromialis
- E Chondrokalzinose ist nicht typisch für das Schultergelenk (vor allem Kniegelenk)