

# Posttraumatische „frozen shoulder“

## Operative oder konservative Behandlung?

Die primäre idiopathische „frozen shoulder“ ist ein intrinsischer Prozess mit synovialer Entzündung und Fibrose der glenohumeralen Gelenkkapsel. Aber auch unterschiedliche posttraumatische und postoperative Zustände können eine steife und schmerzhafte Schulter zur Folge haben, ohne dass die Kapsel primär betroffen ist. Zur besseren Abgrenzung von der primären Erkrankung sollten die erworbenen posttraumatischen oder postoperativen Bewegungseinschränkungen als posttraumatische bzw. postoperative Schultersteife bezeichnet werden [15].

Im Gegensatz zur idiopathischen Form folgt die sekundäre Schultersteife auf ein definiertes Ereignis mit häufig längeren Immobilisierungsphasen. Mögliche Ursachen der posttraumatischen Form können

- ein direktes oder indirektes Schultertrauma mit und ohne Fraktur (Auslöser kann auch ein sog. Bagatelltrauma sein),
- Verletzungen des Gelenkknorpels und
- der Rotatorenmanschette sein.

Die postoperative Schultersteife kann sowohl nach offenen als auch nach arthroskopischen Schultereingriffen auftreten.

### Pathogenese

Es können 3 verschiedene Ursachen der erworbenen sekundären Schultersteife unterschieden werden ([8], **Abb. 1**):

- Extraartikuläre Verwachsungen zwischen den Gewebegleitschichten
- Kapsuläre Verwachsungen (Kapselkontrakturen)
- Mechanische Hindernisse (knöcherner oder artikulärer Inkongruenz, Osteosynthesematerial)

Dabei überlagern und überschneiden sich die unterschiedlichen Pathogenesen bei den Patienten häufig: Eine länger bestehende knöcherner oder artikuläre Deformität ist beispielsweise im weiteren Verlauf auch mit Weichteilvernarbungen und Kapselkontrakturen verbunden. Trotzdem erscheint eine generelle Unterscheidung zwischen den unterschiedlichen Pathogenesen sinnvoll, um ein systematisches Behandlungskonzept für die jeweilige Pathologie zu entwickeln.

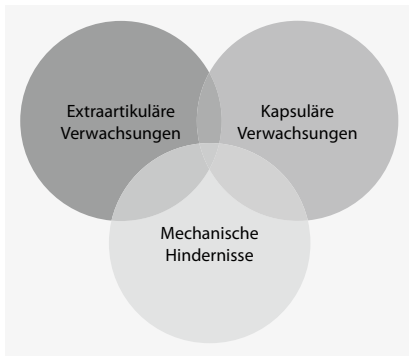
### Verwachsungen

Extraartikuläre Vernarbungen zwischen den bindegewebigen Verschiebeschichten entstehen v. a. nach offenen Schultereingriffen. Eine normale Schultergelenkbeweglichkeit erfordert ein freies Gleiten zwischen den einzelnen Gewebeschichten, z. B. zwischen der Rotatorenmanschette, dem subakromialen Raum und dem Deltamuskel. Vernarbungen und gestörtes Gleiten zwischen den Verschiebeschichten können aber auch durch auftragendes Osteosynthesematerial verursacht sein.

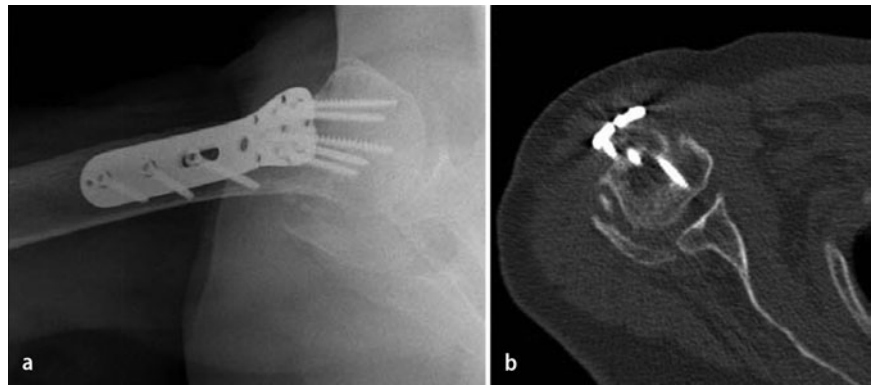
Wie bei der idiopathischen „frozen shoulder“ kann es auch bei den erworbenen Schultersteifen zu einer Kapselentzündung mit nachfolgender Kapselkontraktur und -fibrose kommen. Hierbei ist ungeklärt, ob sich die Pathogenese der idiopathischen von derjenigen der erworbenen adhäsiven Kapsulitis unterscheidet oder ob manche Patienten schicksalhaft eine adhäsive Kapsulitis mit globaler Bewegungseinschränkung nach Trauma oder Operation erleiden. Dabei sind diese sekundären Schultersteifen nach isolierter Weichteilverletzung häufig mit denselben Risikofaktoren wie die idiopathische „frozen shoulder“ assoziiert (Diabetes mellitus, Alter, Autoimmunerkrankungen usw., [8]).

### Mechanische Hindernisse

Eine wichtige Ursache posttraumatischer und postoperativer Bewegungseinschränkungen sind mechanische Hindernisse aufgrund von Gelenkinkongruenzen, wie sie z. B. durch fehlerverheilte Tuberkel (**Abb. 2**), Gelenkstufen nach Kallotten- und Glenoidfraktur, posttraumatische Omarthrose oder intraartikuläre Lage von Osteosynthesematerial entstehen können (**Abb. 3**). Intraartikuläre Fehlstellungen werden dabei in Bezug auf die Schulterfunktion deutlich schlechter toleriert als extraartikuläre Fehlstellungen [8].



**Abb. 1** ▲ Unterschiedliche, selten isoliert auftretende Ursachen einer posttraumatischen oder postoperativen Schultersteife



**Abb. 2** ▲ Verhinderung v. a. der Außenrotation durch nicht in die Frakturosteosynthese integriertes Tuberculum-majus-Fragment



**Abb. 3** ◀ Weitere mögliche mechanische, bereits nativradiologisch feststellbare Ursachen einer eingeschränkten Schulterbeweglichkeit: **a** primär übersehene hintere Schulterluxation, **b** posttraumatische Omarthrose nach Oberarmkopffraktur, **c** sekundär dislozierte Oberarmkopffraktur mit intraartikulärer Lage des Osteosynthesematerials

## Klinische Befunde und Diagnostik

Eine differenzierte Anamnese und klinische Untersuchung sowie eine zielführende Diagnostik sind für die weitere Therapie und insbesondere für die Entscheidung, ob noch eine konservative Behandlung möglich oder bereits eine operative Versorgung notwendig ist, essenziell. Während sich Patienten mit primärer Schultersteife mit einer schmerzhaften globalen Bewegungseinschränkung der Schulter vorstellen, wobei der Beginn der Beschwerden nicht auf ein definiertes (Unfall-)Ereignis zurückgeführt werden kann, kann Letzteres bei der sekundären Schultersteife benannt werden.

### Klinik

Bei der klinischen Inspektion ist auf Narben, sichtbare Fehlstellungen und Muskelatrophien im Seitenvergleich zu achten. Zu überprüfen sind das aktive und

das passive Bewegungsausmaß, die bei Patienten mit einer Schultersteife gleichermaßen eingeschränkt sind. Bei ausschließlichem Verlust der aktiven Beweglichkeit ist an andere Ursachen wie Rotatorenmanschettenverletzungen oder Nervenläsionen zu denken.

Im Gegensatz zu den primären Schultersteifen ist zumindest im Anfangsstadium nur eine Bewegungshauptrichtung – v. a. Rotationsbewegungen – eingeschränkt [8, 15]. Sind beispielsweise primär die ventrale Kapsel oder die Subskapularissehne betroffen, resultiert hieraus hauptsächlich eine initial isolierte Einschränkung der Außenrotation, während die übrigen Bewegungsrichtungen weitestgehend nicht betroffen sein können. Erst im weiteren Verlauf kommt es konsekutiv zur Einschränkung auch der Innenrotation aufgrund der immobilitätsbedingten Kontraktur auch der dorsalen Kapselanteile.

Eine Impingementsymptomatik, die viele Patienten mit Schultersteife aufwei-

sen, kann die Diagnose der posttraumatischen Schultersteife verschleiern und somit auch den Behandlungsbeginn verzögern. Ursächlich ist das sog. Non-outlet-Impingement [6, 8, 22]: Ventrale und dorsale Kapselkontrakturen können bei der Flexion des Arms eine vermehrte Translation des Oberarmkopfs nach kranial bewirken, was einen erhöhten Anpressdruck der Rotatorenmanschette gegen das Akromion zur Folge hat [5, 20].

### Bildgebung

Im Nativröntgenbild sind wesentliche Ursachen der posttraumatischen und postoperativen Schultersteife auszuschließen. Neben der posttraumatischen Arthrose sind v. a. knöcherne Fehlstellungen oder Implantatfehllagen radiologisch gut zu eruieren.

Die Computertomographie (CT), die sicherlich bei der idiopathischen Schultersteife keinen Stellenwert hat, liefert in der posttraumatischen Situation wichtige In-

formationen, um mögliche Revisionseingriffe besser planen zu können. Bei chronisch verhakten Luxationen oder vor Korrekturosteosynthesen lässt sich beurteilen, ob ein Gelenk erhaltender Eingriff überhaupt noch möglich ist oder ein prothetischer Ersatz des Gelenks die sinnvollere Alternative darstellt.

Die Arthrographie kann bei Kapselkontrakturen durch das reduzierte Kapselvolumen eine Bestätigung der Diagnose Schultersteife liefern [8]. Eine direkte Korrelation zwischen dem Verlust des Bewegungsausmaßes und dem Arthrographiebefund besteht allerdings nicht [9]. Daher kommt dieses Verfahren im eigenen Vorgehen praktisch nicht mehr zur Anwendung.

Zum Ausschluss von Rotatorenman-schettendefekten oder Kapselvernarbungen dient neben der primären sonographischen Kontrolle die MRT-Diagnostik (MRT: Magnetresonanztomographie). Nach Mengiardi et al. [16] ist für die idiopathische „frozen shoulder“ ein auf >4 mm verdicktes korakohumerales Ligament als pathologisch zu werten, welches mit einer Spezifität von 95% auf eine Vernarbung im Rotatorenmanschettenintervall hinweist und die Diagnosestellung einer „frozen shoulder“ im MRT erlaubt. Allerdings ist dieser Befund erst nach mehreren Monaten zu erheben. Die MRT ist somit in der posttraumatischen Situation eher ein Nebenkriterium für die weitere Therapieplanung und dient mehr zum Ausschluss weiterer Pathologien der verletzten Schulter.

## Therapie

Im Gegensatz zur idiopathischen Form hat die posttraumatische oder postoperative Schultersteife eine nur geringe Selbstheilungstendenz. Die grundlegende Entscheidung, ob eine konservative Behandlung Erfolg versprechend oder ein operatives Vorgehen bereits gerechtfertigt ist, wird sowohl durch die vorliegende Pathologie als auch durch den bisherigen Krankheitsverlauf und die Dauer der Beschwerden bestimmt (■ **Abb. 4**).

Trauma Berufskrankh 2014 · 16[Suppl 1]:81–86 DOI 10.1007/s10039-013-1976-z  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

## J. Geßmann · M. Königshausen · T.A. Schildhauer · D. Seybold Posttraumatische „frozen shoulder“. Operative oder konservative Behandlung?

### Zusammenfassung

**Auftreten.** Sekundäre Schultersteifen können posttraumatisch und postoperativ auftreten, wobei unterschiedliche Pathogenesen nach einem definierten Erkrankungsauslöser unterschieden werden können.

**Therapiewahl.** Die zugrunde liegende Pathologie bestimmt die Therapieoptionen, somit sind eine differenzierte Anamnese, Schulteruntersuchung und zielführende Diagnostik erforderlich.

**Konservative Therapie.** Im Gegensatz zur primären idiopathischen Erkrankungsform weisen die sekundären Schultersteifen eine nur geringe Selbstheilungstendenz auf. Konservative Therapieversuche beschränken sich daher bei fehlender Besserungstendenz auf wenige Wochen bis Monate.

**Operative Therapie.** Je nach vorliegender Pathologie erfolgt die in den meisten Fäl-

len notwendige operative Behandlung als arthroskopische oder offene Arthrolyse. Knöchel- oder artikuläre Bewegungshindernisse müssen möglichst frühzeitig operativ korrigiert werden, um sekundäre Vernarbungen und Kapselkontrakturen zu vermeiden.

**Prävention.** Von grundlegender Bedeutung ist es, das Risiko posttraumatischer und postoperativer Schultersteifen durch kurze Immobilisierungsphasen und frühzeitige Beübung der Schulter unter ausreichender Analgesie zu minimieren.

### Schlüsselwörter

Schulter · Schultersteife · Arthroskopisches Release · Arthrolyse · Prävention

## Posttraumatic frozen shoulder. Surgical or conservative treatment?

### Abstract

**Occurrence.** In contrast to the primary frozen shoulder, secondary posttraumatic and postsurgical shoulder stiffness evolves from a defined traumatic event or after a surgical procedure.

**Treatment selection.** The different basic pathologies for secondary shoulder stiffness determine the selection of the treatment concept and therapeutic options. Therefore, a differentiated case history, physical examination, and imaging studies are required.

**Conservative treatment.** Contrary to primary frozen shoulder, secondary shoulder stiffness is rarely self-limiting. The conservative treatment approach is restricted to a couple of weeks to months without any positive trend towards regaining shoulder mobility or pain reduction.

**Surgical treatment.** Depending on the pathology, surgical treatment is required in most cases either arthroscopically or as an open surgical release. Skeletal or articular deformities as the mechanical reason for shoulder stiffness must be addressed and corrected as early as possible to avoid secondary soft tissue scarring.

**Prevention.** The prevention of developing secondary shoulder stiffness is an important issue and may be achieved with short immobilization, early physical therapy, and sufficient analgesia.

### Keywords

Shoulder · Shoulder stiffness · Arthroscopic capsular release · Arthrolysis · Prevention

## Konservative Therapie

Während bei der idiopathischen Schultersteife die konservative Therapie bei der weitaus überwiegenden Zahl der Patienten zum Erfolg führt, ist bei der posttraumatischen Schultersteife nicht jede Pathologie gleichermaßen für einen konservativen Therapieversuch geeignet. So sind

z. B. Bewegungseinschränkungen nach längerer Immobilisierung nach Frakturen besser einer intensiven physio- und manualtherapeutischen Behandlung zugänglich als beispielsweise Außenrotationseinschränkungen nach Subskapularisrefixationen und anterioren Stabilisierungsoperationen [8].

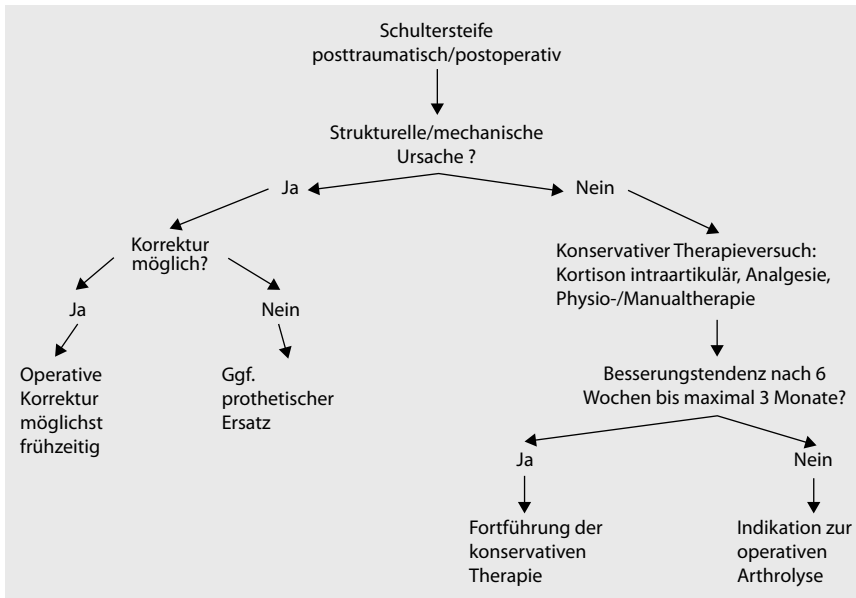


Abb. 4 ▲ Schema zur konservativen oder operativen Therapieentscheidung und Behandlung

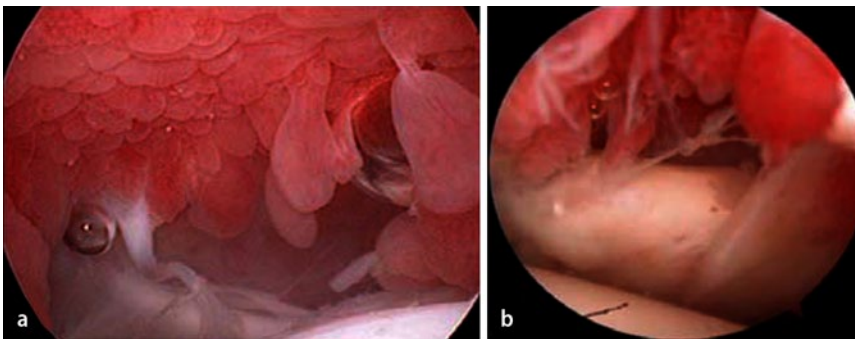


Abb. 5 ▲ Arthroscopischer Befund einer ausgeprägten Synovitis im Rotatorenmanschettenintervall

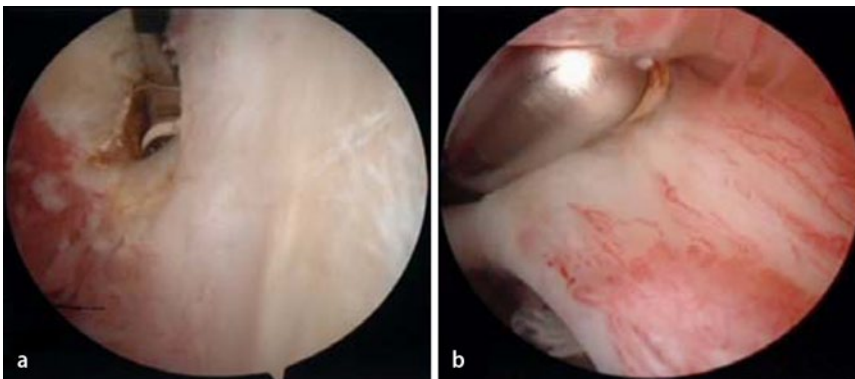


Abb. 6 ▲ Juxtaglenoidale Kapsulotomie im axillaren Recessus von außen nach innen unter Schonung des Labrum glenoidale (a) und Lösung der verklebten langen Bizepssehne (b)

Mechanische Ursachen sind durch konservative Maßnahmen nicht zu beseitigen und sollten frühzeitig behoben werden, um voranschreitende Weichteilvernarbungen und Kapselkontrakturen zu vermeiden.

Kurze physio- und manualtherapeutische Übungseinheiten mehrmals täglich werden gegenüber einer lang andauernden Therapieeinheit als vorteilhaft angesehen [15]. Wie bei der idiopathischen Schultersteife soll die physiothe-

rapeutische Behandlung nicht im akuten Schmerzstadium durchgeführt werden [21]. Hier bietet sich neben einer oralen Analgesie wie auch bei der primären Schultersteife die Behandlung mit Kortison – entweder als Stufenschema nach Habermeyer [15] oder als intraartikuläre Injektion – an.

Wichtig ist die engmaschige klinische Kontrolle der Patienten. Während bei den primären Schultersteifen unter konservativer Behandlung auch nach mehreren Jahren Therapieerfolge verzeichnet werden, ist bei den sekundären Formen nicht mehr mit einer Besserung zu rechnen, wenn sich nach den ersten Wochen keine positive Tendenz abzeichnet. Daher sollte in solchen Fällen frühzeitig die Indikation für eine operative Therapie gestellt werden.

In der Literatur schwanken die Empfehlung für einen konservativen Therapieversuch in der posttraumatischen und postoperativen Situation zwischen 6 und 8 Wochen und 6 Monaten [11, 15, 19].

### Narkosemobilisierung

Vor der Entwicklung arthroscopischer Operationstechniken wurde nach erfolgloser konservativer Behandlung die Narkosemobilisierung als nächster (historischer) Schritt empfohlen [8, 17]. Sie geht jedoch mit der Gefahr unkontrollierter sekundärer Gelenkschäden, wie SLAP-Läsionen (SLAP: „superior labrum anterior to posterior“), Subskapularissehnenruptur, anteriore Labrumablösungen und Knorpelschäden bis hin zu Frakturen und Nervenläsionen, einher [8, 14]. Daher ist mit den heute verfügbaren differenzierten arthroscopischen Techniken die alleinige geschlossene Narkosemobilisierung der Schulter unserer Ansicht nach obsolet.

### Operative Therapie

#### Arthroscopisches Release

Die Arthroskopie erlaubt die kontrollierte, schrittweise und selektive Lösung von vernarbten Strukturen und der Kapsel. Verschiedene Autoren konnten zeigen, dass mit dem arthroscopischen Release in der posttraumatischen Situation vergleichbar gute Ergebnisse wie bei der refraktären primären Schultersteife erzielt werden können. Bei den postopera-



**Abb. 7** ◀ Spangenförmige, v. a. zum Verlust der Rotationsbewegungen führende PAO-Bildung nach sekundärer Frakturprothese, PAO: periartikuläre Ossifikation

tiven Schultersteifen waren die Ergebnisse in Bezug auf Funktion und Schmerzen etwas schlechter [3, 4, 7, 19, 22].

Arthroskopisch finden sich v. a. Vernarbungen und entzündliche Veränderungen im Rotatorenmanschettenintervall, zwischen Supraspinatus- und Subskapularissehne mit hypertropher Synovitis sowie des intraartikulären Verlaufs der langen Bizepssehne und ein Verlust des axillaren Recessus ([12], **Abb. 5**). Selektiv inzidiert werden die meist stark verkürzten SGHL (Lig. glenohumerale superior), MGHL (Lig. glenohumerale medius) und das IGHL (Lig. glenohumerale inferius), kombiniert mit einer juxtaglenoidalen Kapsulotomie mit einer elektrothermischen Sonde oder einem Punch, wobei das Labrum nicht verletzt werden darf. Bei der Kapsulotomie im Recessus axillaris kann der N. axillaris am besten durch eine Abduktions-Neutral-Rotations-Stellung geschont werden, da er sich in dieser Position am weitesten vom inferioren Glenoidrand entfernt [23]. Bei Verwendung der elektrothermischen Sonde ist im inferioren Recessus darauf zu achten, dass die Kapsel von außen nach innen

durchtrennt wird, um eine Verletzung des Nervs zu verhindern. Dabei weist ein Zucken des Arms auf die Nähe zum Nerven hin [12]. Wichtig ist die Lösung der Sehne des M. subscapularis ventral und intraartikulär sowie der ebenfalls häufig vernarbten langen Bizepssehne (**Abb. 6**).

Ob eine zirkumferente Kapsulotomie durch eine sich der anterioren anschließende posteriore Kapsulotomie durch Umsetzen des Arthroskops und der Instrumente erforderlich ist, wird in der Literatur kontrovers diskutiert [18]. In den Ergebnissen zeigten sich zwar im kurzzeitigen Verlauf bessere Bewegungsausmaße, diese Unterschiede waren jedoch im Langzeitverlauf anscheinend nicht mehr vorhanden [2, 21, 22]. Im eigenen Vorgehen prüfen wir nach der anterioren Kapsulotomie die Beweglichkeit der Schulter nach Mobilisierung in Flexion, Außenrotation und Abduktion. Bei persistierender Innenrotationseinschränkung kann bei Bedarf die posteriore Kapsulotomie durchgeführt werden, was allerdings, zumindest nach eigener Erfahrung, selten erforderlich ist.

## Offenes Vorgehen

Hierfür gibt es verschiedene Indikationen. Mechanische Hindernisse für eine freie Schulterfunktion können nur operativ beseitigt werden. Hierzu zählen beispielsweise

- intraartikuläre Fehllagen von Osteosynthesematerial,
- Fehlstellungen nach Frakturen,
- artikuläre Gelenkstufen und
- Arthrose.

Präoperativ muss geprüft werden, ob das Gelenk durch eine Korrekturosteosynthese, ggf. mit begleitender Arthrolyse, erhalten werden kann oder ob ein prothetischer Ersatz notwendig ist. Ist eine Materialentfernung ohne Korrekturosteosynthese geplant, sollte die Arthrolyse vorher durchgeführt werden, um das Risiko einer Refraktur zu minimieren. Die Arthrolyse ist bei alleiniger Metallentfernung ohne notwendige Korrekturosteosynthese arthroskopisch durchführbar, auch Materialentfernungen sind mit Hilfe der Arthroskopie möglich [13].

Isolierte extraartikuläre Verwachsungen, die arthroskopisch nicht oder nur unzureichend erreicht werden können, sind selten. Wie bereits erwähnt, sind entsprechende Prädispositionsstellen nach offenen schulterchirurgischen Eingriffen die subdeltoidale Verschiebeschicht sowie die Schichten um die kurzen Beugeschienen. Auch aufgrund der direkten Nähe zur Innervation des M. subscapularis wird von manchen Autoren zur kontrollierten Lösung der Vernarbungen ein offenes Vorgehen empfohlen [8, 10, 21].

Ebenfalls nur offen zu entfernen sind periartikuläre Ossifikationen (PAO), wie sie in seltenen Fällen nach Endoprothesen – hier häufiger nach sekundärer Prothesenimplantation nach Fraktur oder Infektgeschehen – auftreten können (**Abb. 7**). Die arthroskopische Arthrolyse bei liegender Prothese ist nur Erfolg versprechend, wenn keine knöchernen Hindernisse oder implantatbedingte Ursachen vorliegen [1]. Die offene Entfernung von PAO gestaltet sich allerdings auch an der Schulter aufwendig und anspruchsvoll. Primäres operatives Ziel ist eine Verbesserung der Beweglichkeit – eine vollständig freie Beweglichkeit ist selten zu erzielen. Hierüber müssen die Pa-



tienten ebenso wie über das hohe Rezidivrisiko umfassend aufgeklärt sein.

### Postoperative Rehabilitation

Eine intensive physio- und manualtherapeutische postoperative Behandlung unter adäquater Analgesie ist für den Behandlungserfolg nach operativer Arthrolyse wesentlich. Im eigenen Vorgehen erhalten alle Patienten für die ersten postoperativen Tage einen interskalären Plexuskatheter, wodurch ein unmittelbar postoperatives, schmerzfreies Beüben der Schulter gewährleistet wird. Nach Möglichkeit beginnt die Physiotherapie am Operationstag unter Plexuskatheteranästhesie, unterstützt durch passive Bewegungsübungen in der Bewegungsschiene. Bis zur Entlassung aus der stationären Behandlung muss das intraoperativ erzielte Bewegungsausmaß zumindest passiv sicher erreicht werden können.

### Prävention

Grundlegend gilt, der posttraumatischen bzw. postoperativen Schultersteife vorzubeugen [15]. Immobilisierungsphasen sowohl bei konservativer als auch nach operativer Versorgung von Schulterverletzungen sollten so kurz als möglich gehalten und frühzeitig passive Bewegungsübungen – soweit es Verletzung und Operation zulassen – begonnen werden. Hierdurch wird das Risiko intraartikulärer Adhäsionen und extraartikulärer Verwachsungen reduziert [15, 17]. Eine adäquate Schmerztherapie ist dabei zu gewährleisten und dem jeweiligen Bedarf – ggf. in Absprache mit der Anästhesie und dem Schmerztherapeuten – anzupassen. Eventuelle strukturelle Ursachen einer Schultersteife müssen rechtzeitig erkannt und möglichst frühzeitig behoben werden.

### Fazit für die Praxis

- Aufgrund der geringen Selbstheilungstendenz erfordert die sekundäre Schultersteife nach Trauma oder Operation ein konsequentes Behandlungskonzept.
- Mechanische und strukturelle Bewegungshindernisse sollten möglichst frühzeitig operativ korrigiert

und behoben werden, um konsekutive Weichteilvernarbungen zu verhindern.

- Bei extraartikulär und kapsulär weichteilbedingter Ursache erfolgt initial ein konservativer Therapieversuch. Zeigt sich in den ersten Wochen bis 3 Monaten keine Besserungstendenz, ist im Gegensatz zur primären idiopathischen Schultersteife bei der sekundären Erkrankungsform bereits ein operatives Vorgehen indiziert.
- Die reine geschlossene Narkosemobilisierung ist aufgrund der Gefahr unkontrollierter Gewebeschäden und der Möglichkeit der differenzierten arthroskopischen Techniken obsolet.
- Eine intensive physio- und manualtherapeutische postoperative Behandlung unter adäquater Analgesie ist für den Behandlungserfolg nach operativer Arthrolyse wesentlich.

### Korrespondenzadresse

#### Dr. J. Geßmann

Chirurgische Klinik und Poliklinik, BG-Universitätsklinikum Bergmannsheil, Ruhr-Universität Bochum, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum  
jan.gessmann@bergmannsheil.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** J. Geßmann, M. Königshausen, T.A. Schildhauer und D. Seybold geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

### Literatur

1. Barth JR, Burkhart SS (2005) Arthroscopic capsular release after hemiarthroplasty of the shoulder for fracture: a new treatment paradigm. *Arthroscopy* 21:1150
2. Chen J, Chen S, Li Y et al (2010) Is the extended release of the inferior glenohumeral ligament necessary for frozen shoulder? *Arthroscopy* 26:529–535
3. Elhassan B, Ozbaydar M, Massimini D et al (2010) Arthroscopic capsular release for refractory shoulder stiffness: a critical analysis of effectiveness in specific etiologies. *J Shoulder Elbow Surg* 19:580–587

4. Gerber C, Espinosa N, Perren TG (2001) Arthroscopic treatment of shoulder stiffness. *Clin Orthop Relat Res* 390:119–128
5. Harryman DT 2nd, Sidles JA, Clark JM et al (1990) Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion. *J Bone Joint Surg Am* 72:1334–1343
6. Harryman DT 2nd, Matsen FA 3rd, Sidles JA (1997) Arthroscopic management of refractory shoulder stiffness. *Arthroscopy* 13:133–147
7. Holloway GB, Schenk T, Williams GR et al (2001) Arthroscopic capsular release for the treatment of refractory postoperative or post-fracture shoulder stiffness. *J Bone Joint Surg Am* 83-A:1682–1687
8. Holovac TF, Warner JJP (2005) Acquired shoulder stiffness: posttraumatic and postsurgical. In: Warner JJP, Iannotti JP, Flatow EL (Hrsg) *Complex and revision problems in shoulder surgery*, Bd 2. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, S 231–250
9. Itoi E, Tabata S (1992) Range of motion and arthrography in the frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 1:106–112
10. Kasper JC, Itamura JM, Tibone JE et al (2008) Human cadaveric study of subscapularis muscle innervation and guidelines to prevent denervation. *J Shoulder Elbow Surg* 17:659–662
11. Levy O, Webb M, Even T et al (2008) Arthroscopic capsular release for posttraumatic shoulder stiffness. *J Shoulder Elbow Surg* 17:410–414
12. Lichtenberg S (2010) Arthroskopische Verfahren bei Tendinosis calcarea, Schultersteife, entzündlichen Erkrankungen, Knorpelschäden und Zysten. In: Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch P (Hrsg) *Schulterchirurgie*, Bd 4. Elsevier, Edinburgh London New York, S 495–510
13. Lill H, Katthagen C, Voigt C (2011) Technik und Stellenwert der arthroskopischen Implantatentfernung an der Schulter. *Orthopäde* 40:79–84
14. Loew M, Heichel TO, Lehner B (2005) Intraarticular lesions in primary frozen shoulder after manipulation under general anesthesia. *J Shoulder Elbow Surg* 14:16–21
15. Magosch P, Lichtenberg S, Scheiderer WD (2012) Adhäsive Kapsulitis (Frozen Shoulder). In: Magosch P, Scheiderer W-D, Habermeyer P, Lichtenberg S (Hrsg) *Konservative Therapie und Rehabilitation von Schultererkrankungen*, Bd 1. Elsevier, Edinburgh London New York, S 91–97
16. Mengiardi B, Pfirrmann CW, Gerber C et al (2004) Frozen shoulder: MR arthrographic findings. *Radiology* 233:486–492
17. Neviasser RJ, Neviasser TJ (1987) The frozen shoulder. Diagnosis and management. *Clin Orthop Relat Res* 223:59–64
18. Neviasser AS, Neviasser RJ (2011) Adhesive capsulitis of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg* 19:536–542
19. Nicholson GP (2003) Arthroscopic capsular release for stiff shoulders: effect of etiology on outcomes. *Arthroscopy* 19:40–49
20. Ticker JB, Beim GM, Warner JJ (2000) Recognition and treatment of refractory posterior capsular contracture of the shoulder. *Arthroscopy* 16:27–34
21. Tonino PM, Gerber C, Itoi E et al (2009) Complex shoulder disorders: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 17:125–136
22. Warner JJ, Allen AA, Marks PH et al (1997) Arthroscopic release of postoperative capsular contracture of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 79:1151–1158
23. Yoo JC, Kim JH, Ahn JH et al (2007) Arthroscopic perspective of the axillary nerve in relation to the glenoid and arm position: a cadaveric study. *Arthroscopy* 23:1271–1277