Rotatorenmanschette

Kapitel 1 **Arthroskopische Rekonstruktion von Supra- und Infraspinatussehnenläsionen – 3**
M. Loew

Kapitel 2 **Rekonstruktion der Subskapularissehnenruptur – endoskopisch und offen – 13**
D. Liem, C. Rickert

Kapitel 3 **Tenodese der langen Bizepssehne – endoskopisch und offen – 23**
A. Werner

Kapitel 4 **Rekonstruktion der Supra- und Infraspinatusläsion Mini-Open-Technik – 33**
D. Böhm, D. Böhm

Kapitel 5 **Nervus-suprascapularis-Kompressionssyndrom – arthroskopisches Release – 43**
M. Holschen, N. Pühringer, J.D. Agneskirchner

Kapitel 6 **Latissimus-dorsi-Transfer – 53**
L.-J. Lehmann, M. Moursy

Kapitel 7 **Pectoralis-major-Transfer bei irreparabler Rotatorenmanschettenruptur – 63**
M. Tauber

Arthroskopische Rekonstruktion von Supra- und Infraspinatussehnenläsionen

M. Loew

1.1 Prinzip – 4

1.2 Indikation/Kontraindikation – 4

1.3 Präoperative Planung – 4
1.3.1 Anamnese und Untersuchung – 4

1.4 Chirurgische Techniken – 6
1.4.1 Lagerung – 6
1.4.2 Zugang – 6
1.4.3 Arthroskopische subakromiale Dekompression (ASAD) – 7
1.4.4 Sehnenrelease – 8
1.4.5 Präparation des Footprints – 8
1.4.6 Fadenmanagement mediale Reihe – 9
1.4.7 Knotentechnik und laterale Reihe – 9

1.5 Postoperatives Management – 11

1.6 Ergebnisse – 11

1.7 Komplikationen – 12
1.7.1 Intraoperative Komplikationen – 12
1.7.2 Postoperative Komplikationen – 12

Empfohlene Literatur – 12

© Springer-Verlag GmbH Deutschland 2018
L.-J. Lehmann, M. Loew (Hrsg.), *Schulter*
DOI 10.1007/978-3-662-54746-5_1

1.1 Prinzip

Posterosuperiore Rotatorenmanschettenläsionen, d. h. degenerative oder traumatische Rupturen der Supra- und Infraspinatussehne, führen zu individuell unterschiedlich ausgeprägten Beschwerden, die sich in Ruhe- und Belastungsschmerzen, Kraftminderung und Bewegungseinschränkungen bis hin zur Pseudoparalyse äußern können. Die arthroskopische Rekonstruktion der Defekte kann zu einer Wiederherstellung der Integrität der Rotatorenmanschette und dadurch zur Beschwerdefreiheit und zur Restauration der Schulterfunktion führen.

1.2 Indikation/Kontraindikation

Indikationen bestehen

- primär bei traumatischen Rupturen bis ins 6. Lebensjahrzehnt,
- bei degenerativen Läsionen mit Therapieresistenz über 12 Wochen mit persistierenden Beschwerden und/oder funktionellen Einbußen.

Kontraindikationen bestehen

- bei fortgeschrittener primärer oder sekundärer Omarthrose,
- bei relevanter passiver Bewegungseinschränkung (Schultersteife),
- bei Humeruskopfhochstand und einem akromiohumeralen Abstand unter 6 mm,
- bei Atrophie Grad 3 und 4 (nach Thomazeau) und fettiger Durchsetzung der Muskelbäuche.

1.3 Präoperative Planung

1.3.1 Anamnese und Untersuchung

Zur ätiologischen Einordnung muss eine differenzierte Anamnese erfolgen. Gab es einen Sturz, eine (geeignete) Gewalteinwirkung, eine Schulterluxation oder sind die Beschwerden spontan eingetreten? Ist die Tendenz der Beschwerden unter (welcher) Therapie zu- oder abnehmend? Bestehen (nächtliche) Schmerzen, eine Kraftminderung oder Bewegungseinschränkungen?

Die klinische Befunderhebung beinhaltet

- das Vorliegen muskulärer Atrophien des Musculus (M.) supraspinatus und des M. infraspinatus,
- eine Analyse der aktiven Beweglichkeit mit etwaigen Ausweichbewegungen,
- eine orientierende neurologische Untersuchung zum Ausschluss (zusätzlicher) (pseudo-)radikulärer Symptome und Ausfälle,
- das passive Bewegungsausmaß,
- das Vorliegen von Impingementzeichen,
- differenzierte Funktionstests für die einzelnen Muskeln der Rotatorenmanschette: Empty- und Full-Can-Test für den M. supraspinatus (Abb. 1.1), Außenrotationsstress für den M. infraspinatus und Lift-off-Test für den M. subscapularis,
- Muskelinsuffizienzzeichen (ein positives Außenrotations-Lag-Zeichen bei chronischer Supraspinatus- und Infraspinatusläsion spricht gegen eine Rekonstruierbarkeit der Sehne.

Abb. 1.1a,b Full-Can- **(a)** und Empty-Can-Test **(b)** zur Überprüfung der posterioren und superioren Anteile der Supraspinatussehne

Bildgebende Verfahren beinhalten:

- Nativröntgenaufnahmen in anteroposteriorer Projektion (true a.-p.), in Neutralstellung und Innen- sowie Außenrotation zur Erkennung arthrotischer Veränderungen und von Überlastungszeichen am Tuberculum (Tub.) majus, Beurteilung der Zentrierung und eine Y-Aufnahme zu Erkennung eines Akromionsporns (Abb. 1.2)
- Sonographie als Screeningmethode zur Erkennung und quantitativen Einschätzung einer Rotatorenmanschettenläsion
- Nativ-MRT (Magnetresonanztomographie) zur Beurteilung, welche Sehnen betroffen sind, ob frische traumatische Läsionen vorliegen oder ob bereits sekundäre muskuläre Veränderungen (Atrophie und fettige Durchsetzung) eingetreten sind (Abb. 1.3)

Abb. 1.2 Y-Aufnahme (Supraspinatustunnelaufnahme) mit Darstellung eines Akromionsporns (Akromion Typ III nach Bigliani)

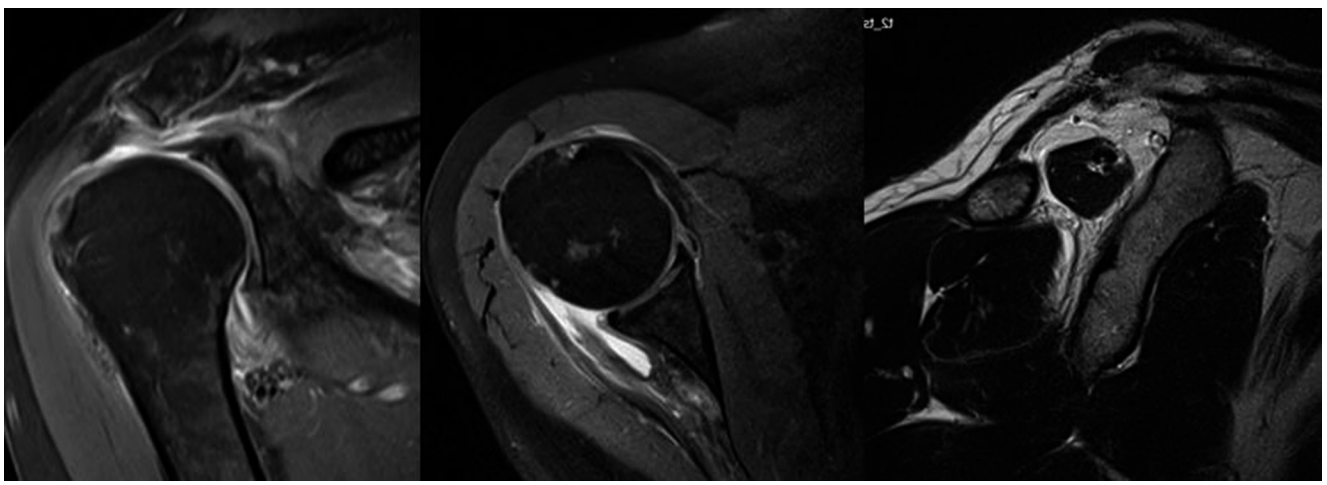


Abb. 1.3 MRT in koronarer, transversaler und sagittaler Schnittführung: T1- und T2-Wichtung mit Supraspinatusruptur Grad III, Infraspinatusruptur Grad II und Atrophie des Supraspinatus Grad II

1.4 Chirurgische Techniken

1.4.1 Lagerung

Der Patient wird in Beach-Chair-Position mit annähernd senkrecht aufgerichtetem Oberkörper gelagert. Der Unterarm wird in einer Halterung befestigt, durch die ein leichter Zug ausgeübt und das Schultergelenk in jeder beliebigen Position arretiert werden kann (Abb. 1.4). Die knöchernen Landmarken und die 6 Standardportale werden eingezeichnet (Abb. 1.5).

Abb. 1.4 Lagerung in aufrechter Sitzposition mit Armhalter. Der Arthroskopieturm steht am Fußende auf der kontralateralen Seite

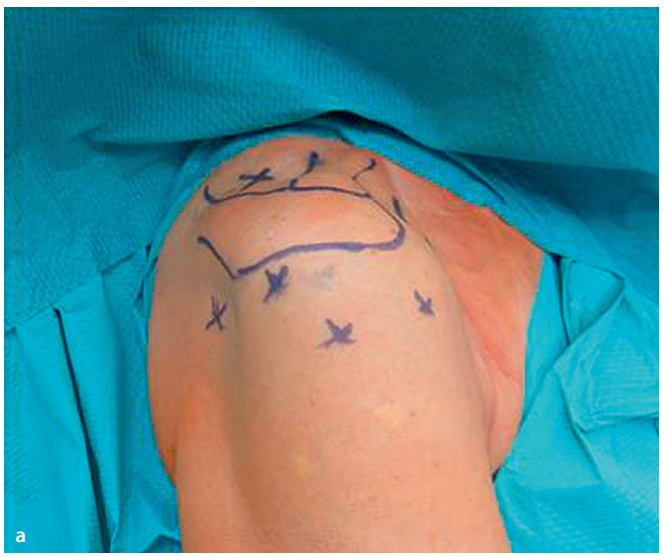
1.4.2 Zugang

Der Gelenkspalt wird über das anteriore Portal (P_I) mit 20 ml Spülflüssigkeit aufgefüllt. Nach der Hautinzision wird das Schultergelenk mit dem stumpfen Trokar über das posteriore Portal (P_V) penetriert. Es erfolgt die Exploration des Gelenkinnenraumes, bei der folgende Strukturen mit den möglichen Pathologien dargestellt und dokumentiert werden müssen:

- Subskapularissehne (partielle und vollständige Rupturen)
- mediale Pulleyschlinge (Subluxation der langen Bizepssehn, Abb. 1.6)
- Eintritt der Bizepssehne in den Sulkus (Instabilität, Partialruptur)
- Insertion von Supraspinatus und Infraspinatus direkt am Footprint (partielle und transmurale Rupturen)
- Ansatz der langen Bizepssehne am Tuberculum supraglenoidale (SLAP-Läsionen; »superior labrum from anterior to posterior«)
- ventrales und dorsales Labrum (Bankart-Läsionen, Instabilität)
- ventrale Kapsel (adhäsive Kapsulitis)
- Recessus axillaris (freie Gelenkkörper)
- Humeruskopf (Chondralläsionen)

Intraartikuläre Läsionen werden, falls erforderlich, primär saniert (Tenotomie oder Tenodese der langen Bizepssehne, Synovektomie, Kapsulotomie, Subskapularisrefixation …). Dazu werden als Arbeitsportale das P_I und bei Supraspinatus- und Infraspinatusdefekt auch P_{II} und P_{III} verwendet.

Anschließend teilweises Zurückziehen der Optik und mit dem Trokar Eingehen in den Subakromialraum über das gleiche P_V. Hier ist die Übersicht meistens durch eine Bursitis erschwert, sodass über das mediolaterale P_{III} zunächst mit dem Shaver und einem scharfen Synovialresektor (Ø 5,5 mm) unter intermittierendem Sog und oszillierendem Antriebsmodus eine Bursekto-



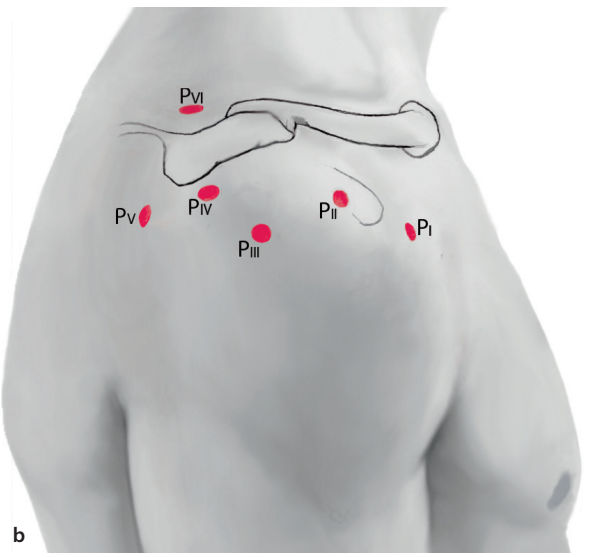


Abb. 1.5a,b Knöcherne Landmarken und Portale (*AP* Arbeitsportal, *OP* Optikportal). *I* Anteriores (subkorakoidales) Portal (AP: SSC, LBS, anteriores Labrum), *II* anterolaterales Portal (AP: SSP, SSC, LBS), *III* mediolaterales Portal (AP: SSP, ISP), *IV* posterolaterales Portal (OP, AP: SSP, ISP), *V* posteriores (infraspinales) Portal (OP, AP: ISP), *VI* superiores (supraspinales) Portal (AP: SSP, ISP)

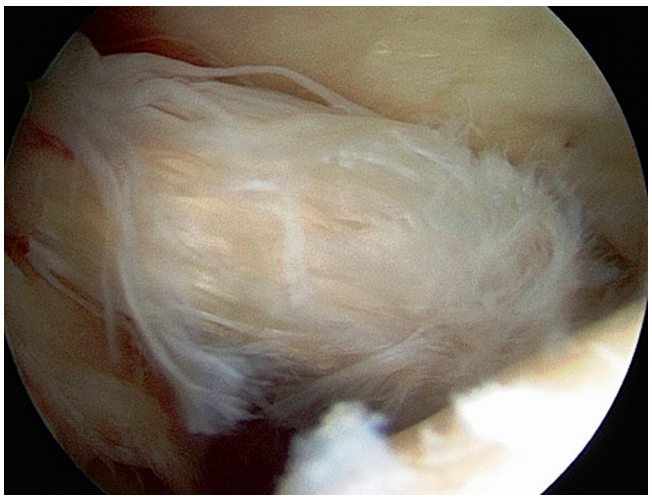


Abb. 1.6 Verschlissene lange Bizepssehne im intraartikulären Verlauf mit Sanduhrphänomen vor dem Eintritt in den Sulkus. Hier erfolgt eine Tenotomie

mie direkt unter dem Akromion bis zur Insertion des Ligamentum (Lig.) coracoacromiale (LCA) durchgeführt wird. Weiter medial sollte mit dem Shaver nicht gearbeitet werden, da es dort meist zu stärkeren Blutungen kommt, die die Übersicht erschweren. Hier erfolgt die Bursektomie, falls erforderlich, mit einer Thermosonde. Zunächst wird das Akromion dargestellt (Abb. 1.7a).

1.4.3 Arthroskopische subakromiale Dekompression (ASAD)

Bei radiologisch nachgewiesenem Akromionsporn (Abb. 1.2) und/oder bei einer Auffaserung des Periostüberzugs und des Bandansatzes erfolgt zunächst die Akromioplastik. Mit der Thermosonde im Schneidemodus wird das Lig. coracoacromiale bogenförmig vom Akromioklavikulargelenkspalt bis zum lateralen Rand des Akromions abgelöst. Dabei kommt es regelmäßig zu Blutungen aus einem Ast der Arteria (A.) thoracoacromialis, welcher auf dem Lig. coracoacromiale verläuft. Dieser kann mit der Sonde im Koagulationsmodus verschweißt werden. Falls die Übersicht hier schwierig ist, kann die Blutung durch Druck mit dem Finger auf die Haut vor dem Akromion gut unterdrückt werden.

Wenn die Vorderkante des Akromions vollkommen frei liegt (Abb. 1.7a,b), wird diese über das P_{III} mit dem Shaver abgefräst. In der Regel kann dazu ebenfalls der scharfe Synovialisresektor mit 4.500 Umdrehungen/min verwendet werden (Abb. 1.7c); nur bei sehr hartem Knochen ist dazu eine Walzenfräse (Acromionizer) erforderlich. Das Abfräsen erfolgt bis an den Ansatz des M. deltoideus, ohne diesen zu beschädigen und bis das Schulterdach horizontal eingestellt ist; nach zentral wird die Unterfläche des Akromions lediglich begradigt, sodass keine Stufe entsteht, und anschließend mit der Thermosonde denerviert.

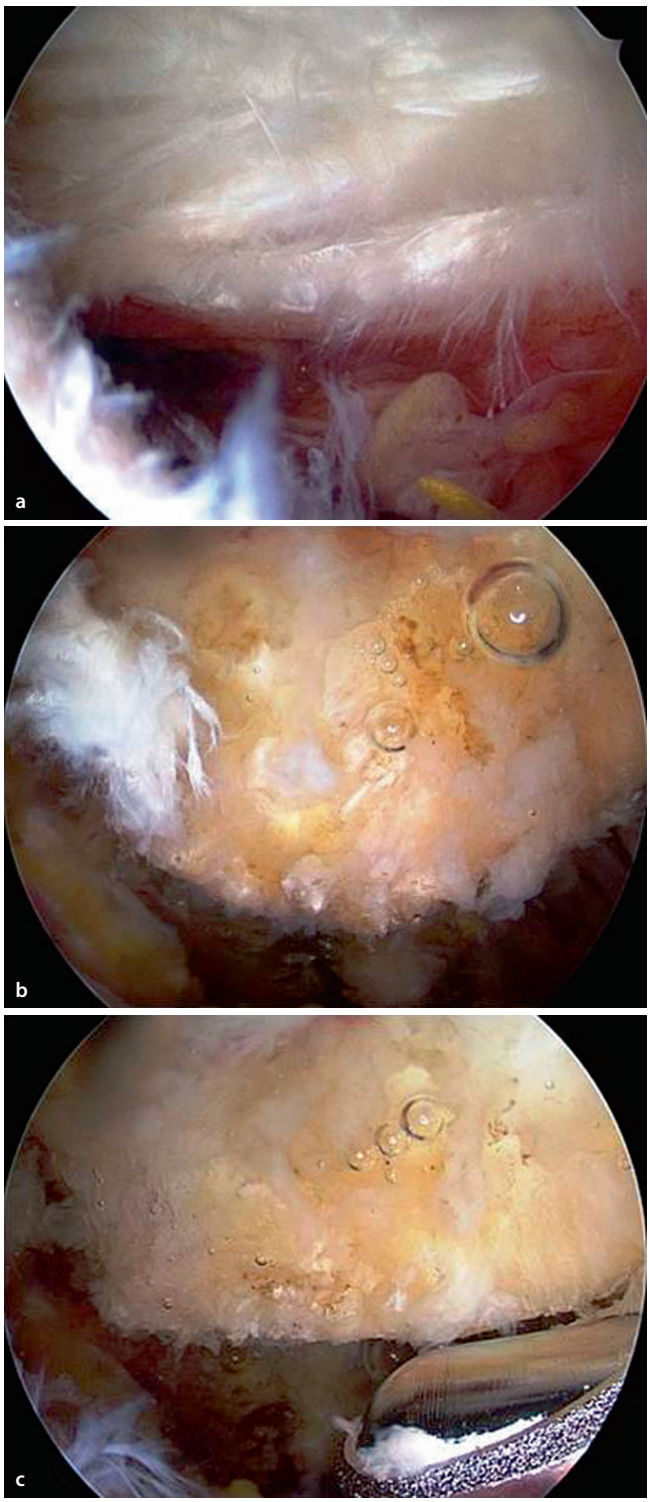


Abb. 1.7a–c Darstellung des Akromions Typ III mit Auffaserung des Periostüberzugs **(a)** und der Einstrahlung des Lig. coracoacromiale. Vollständiges Darstellen der Vorderkante des Akromions **(b)** und Abfräsen mit dem Synovialisresektor **(c)**

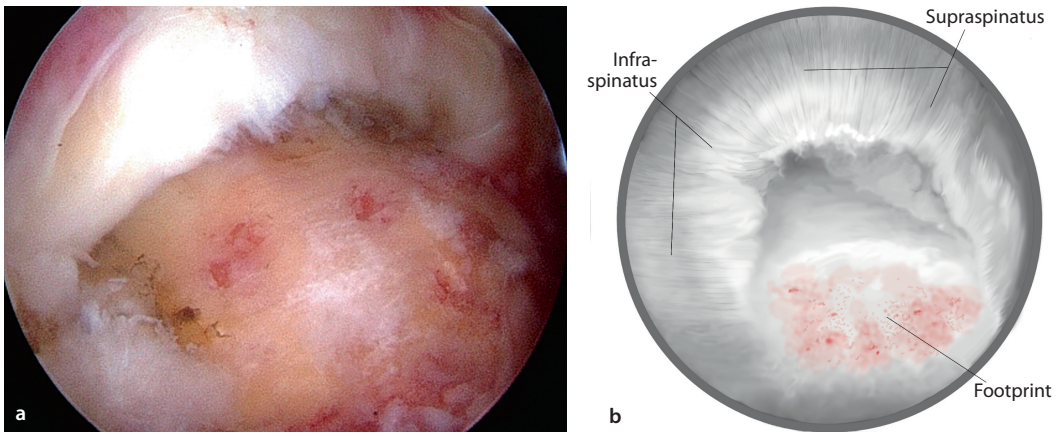


Abb. 1.8a,b Darstellung des posterosuperioren Rotatorenmanschettendefektes von Supraspinatus und Infraspinatus über $P_{IV.}$ Retraktion Grad III bis zur Mitte des Humeruskopfes

1.4.4 Sehnenrelease

Um den Sehnendefekt vollständig einsehen zu können, wird das posterolaterale Portal P_{IV} oder bei nach dorsal sehr ausgedehnten Defekten das mediolaterale P_{III} als Optikportal verwendet. So kann die gesamte Ausdehnung des Defektes dargestellt werden (Abb. 1.8).

Mit einer Fasszange (P_{II}) wird die Elastizität der retrahierten Sehnen überprüft. Es muss möglich sein, die Ränder bei leicht abduziertem und außenrotiertem Arm auf die ursprüngliche Ansatzzone (Footprint) zu reponieren, um damit eine spannungsfreie Rekonstruktion zu gewährleisten. Dazu ist häufig eine Lösung der Verwachsungen zu beiden Seiten der Rotatorenmanschette (bursalseitig und juxtaglenoidal) erforderlich. Das juxtaglenoidale Release erfolgt mit dem stumpfen Trokar oder mit einem Raspatorium, die über P_{II} eingebracht und von der Gelenkseite her zwischen Skapularand und der Unterfläche der Rotatorenmanschette vorgeschoben werden, um dort mit wischerförmigen Bewegungen die Verklebungen zwischen Sehne und Knochen zu lösen. Auf der Bursaseite erfolgt das Release mit der Thermosonde; dabei wird das Lig. coracohumerale durchtrennt und die regelmäßig vorhandenen Verklebungen zwischen der Rotatorenmanschette und dem M. deltoideus werden gelöst. Das Release auf beiden Seiten darf nicht zu weit nach medial erfolgen, um Innervation und Durchblutung der Muskulatur nicht zu schädigen und den Nervus (N.) suprascapularis nicht zu verletzen.

1.4.5 Präparation des Footprints

Um die Ansatzfläche für die Rotatorenmanschette am Tuberculum majus vorzubereiten, werden noch verbliebene Sehnenfasern mit dem scharfen Synovialisresektor abgetragen. Dazu werden P_{IV} als Optikportal, P_{II} und P_{III} als Arbeitsportale verwendet. Anschließend wird der gesamte Footprint mit dem gleichen Shaveraufsatz in einer Ausdehnung von etwa 3 cm × 0,5 cm sparsam dekortiziert, um den Knochen zu eröffnen und dadurch eine biologische Sehnenheilung zu konditionieren. Dabei darf aber nicht tiefer in den subchondralen Knochen gefräst werden, um die Stabilität der Fadenanker nicht zu gefährden. Bei sehr hartem Knochen kann dieser an einigen Stellen mit einer spitzen Ahle

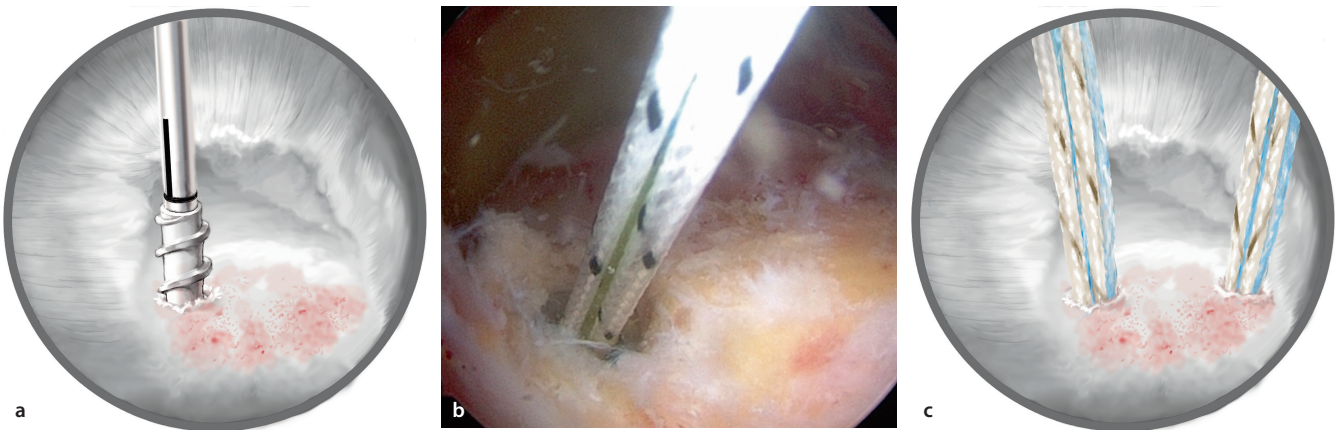


Abb. 1.9a–c Der dorsale Fadenanker wird eingedreht **(a)**, er liegt schließlich etwa 3 mm unter Niveau des dekortizierten Footprints der Infraspinatussehne **(b)**. Der 2. Anker wird weiter medial platziert, um die Supraspinatussehne zu refixieren **(c)**

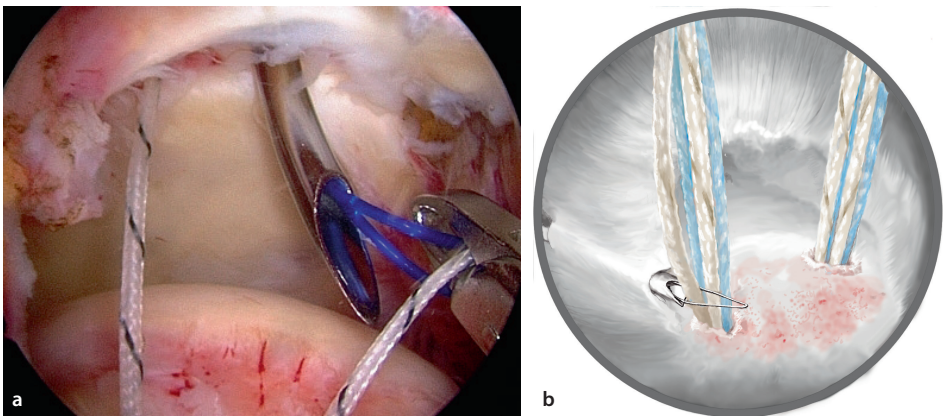


Abb. 1.10a,b Mit dem Lasso wird das 1. Fadenpaar aus dem dorsalen Anker durch die Infraspinatussehne geführt

eröffnet werden, bis hier Blutpunkte austreten, um eine fibroplastische Einheilung zu konditionieren.

Anschließend werden an der zentralen Begrenzung des angefrästen Knochens als mediale Fadenreihe 2 Titanfadenanker (Ø 5,5 mm) mindestens 1,5 cm voneinander entfernt ventral und dorsal im Footprint senkrecht zur Knochenoberfläche eingebracht, die mit nichtresorbierbaren Fäden Stärke 1 armiert sind. Die Anker sollten so tief in den Knochen geschraubt werden, dass sie etwa 3 mm unter dem Niveau der Oberfläche liegen, damit es durch ein etwaiges geringes Nachgeben nicht zu einer mechanischen Irritation der Sehne kommt (Abb. 1.9a,b). Durch kräftigen Zug am Faden wird die Stabilität des Ankers unter Sicht getestet.

Anschließend wird der 2. Fadenanker analog weiter medial und ventral in den Footprint der Supraspinatussehne eingedreht (Abb. 1.9c). Dies kann aber auch erst im Anschluss an das Durchführen der Fäden des 1. Ankers durch den Infraspinatus erfolgen.

1.4.6 Fadenmanagement mediale Reihe

Die Fäden werden durch P_{II} ausgeleitet; für das anschließende Fadenmanagement wird P_{III} als Arbeitsportal verwendet. Zum Durchführen der Fäden durch die Sehnen existieren verschiedene Instrumentarien und Hilfsmittel. Unter diesen hat sich die Lassoschlinge besonders bewährt, weil es bei allen Rissformen möglich ist, sie in einem kontrollierten Abstand zum Rissrand in der Zugrichtung der betroffenen Sehne zu führen. Zur Perforation des Infraspinatus wird die scharfe, leicht angewinkelte Metallhülse des Lassos über P_V dorsal beginnend etwa 0,5 cm vom Rand entfernt durch die Sehne geführt und das 1. freie Fadenende des dorsalen Ankers wird mit dem Lasso durchgezogen (Abb. 1.10).

Das 2. Fadenende wird durch eine Perforation, die wiederum 0,5 cm vor der ersten liegt, durch die Sehne geführt. Mit einem Fadenholer können jetzt die beiden bereits durchgeführten Fäden über P_{III} nach ventral ausgeführt werden, sodass durch Zug das Sehnenende bereits dem Footprint angenähert werden kann. Analog werden die beiden anderen Fadenenden des dorsal platzierten Ankers durch die Infraspinatussehne geführt.

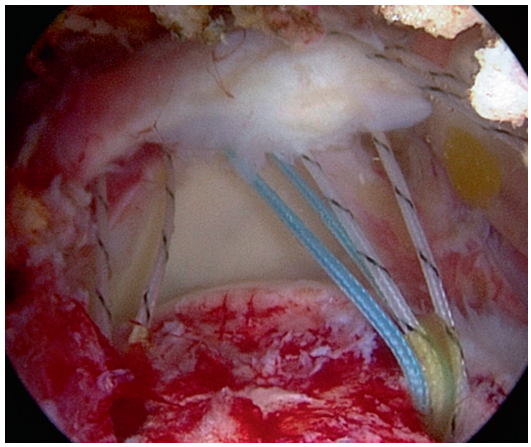


Abb. 1.11 Über die 4 Fadenpaare werden Infraspinatus- und Supraspinatussehnen gefasst und anschließend auf den Footprint reponiert

Um die Fäden durch die Supraspinatussehne zu leiten, hat sich das supraspinale P_{VI} bewährt. Über diesen Zugang können entsprechend dem Vorgehen beim Infraspinatus die 4 Fadenenden des ventralen Ankers durch den Sehnenrand geführt werden. Diese werden anschließend mit dem Fadenholer durch P_{II} nach ventral geführt (Abb. 1.11).

1.4.7 Knotentechnik und laterale Reihe

In angepasster Abduktion und Außenrotation des Armes werden jetzt alle 4 Fadenpaare nacheinander jeweils partnerweise verknotet. Dabei wird ein Henkerknoten verwendet (Abb. 1.12a), bei dem das freie Fadenende 3-mal um den Zugfaden (Post) und dann durch die vorgelegte Schlaufe geführt wird.

Über den Post wird der Knoten dann auf die Sehnenoberfläche gezogen und dort mit dem Knotenschieber senkrecht auf den Anker gedrückt (Abb. 1.12b). Ein gegenläufiger Knoten blockiert die Konstruktion. Insgesamt sollen 5 Schläge (3 gleich- und 2 gegenläufig) über einander gelegt werden. Nach abschließendem Zug am Post wird dieser lang belassen; das initial freie Fadenende wird 3 mm vom Knoten entfernt abgeschnitten (Abb. 1.12c).

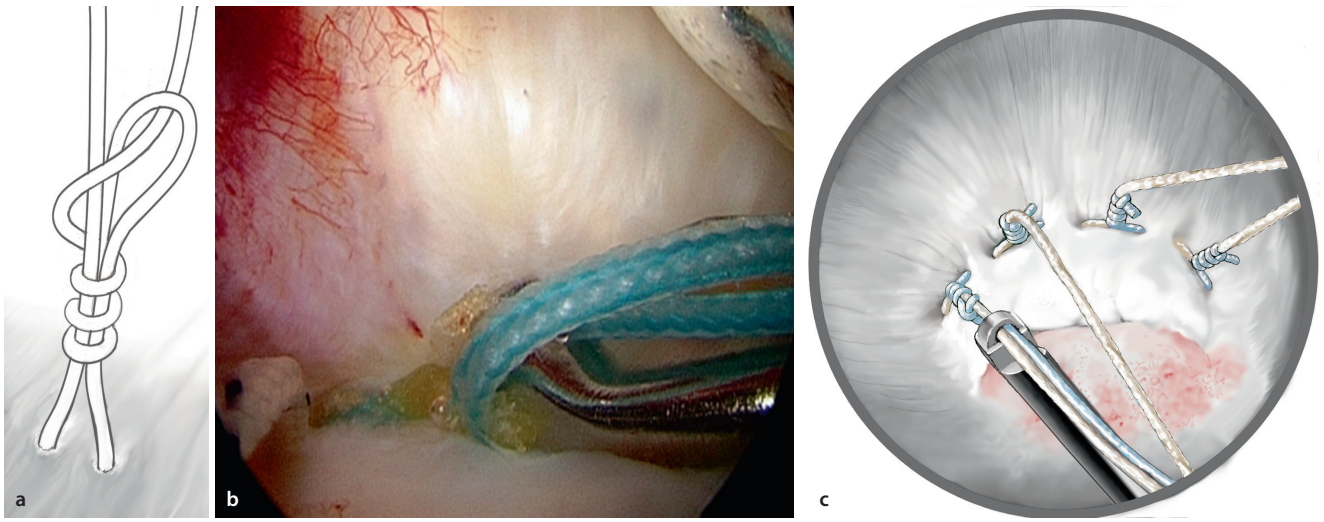


Abb. 1.12a–c Schematische Darstellung des Henkerknotens **(a)**, Vorschieben des Knotens bis auf die Sehne und Festziehen direkt über dem Anker **(b)**, Abschneiden jeweils eines Fadens, wobei der Post lang gelassen wird **(c)**

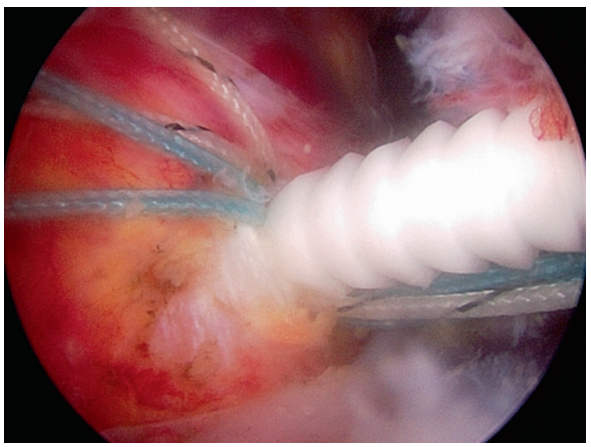


Abb. 1.13 Einbringen eines resorbierbaren, knotenfreien Ankers für die laterale Befestigung

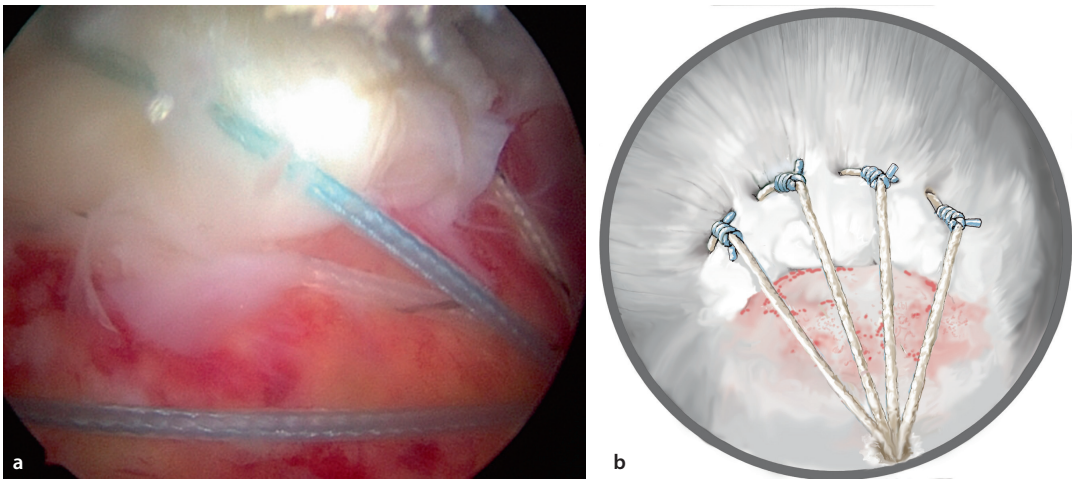


Abb. 1.14a,b Mit 4 Fäden wird der Sehnenrand in Suture-Bridge-Technik über den Footprint gespannt

Die Sehnen sind jetzt 5 mm von ihrem Rand entfernt medial am Footprint stabil befestigt. Damit der freie Rand auf dem angefrischten Knochen gehalten wird, ohne sie dabei zu sehr zu strangulieren, wird etwa 15 mm distal-lateral entfernt am Tuberculum majus ein weiterer, resorbierbarer, knotenfreier Fadenanker eingebracht, durch den die Posts aller 4 Fadenpaare geführt und am Knochen befestigt werden (Abb. 1.13).

Dadurch kommt es zu einer flächigen Verspannung der Sehnenränder auf der ursprünglichen Ansatzzone in Suture-Bridge-Technik (Abb. 1.14).

1.5 Postoperatives Management

Im Operationssaal wird dem Patienten ein 40-Grad-Abduktionskissen angelegt, das bei spannungsarmer Rekonstruktion einer Sehne für 3 Wochen, bei 2 Sehnen für 6 Wochen getragen werden muss. Eine postoperative Röntgenkontrolle der Schulter in a.-p.- und Y-Projektion dokumentiert die korrekte Lage der Fadenanker (Abb. 1.15). Vom ersten Tag an werden passive und aktiv-assistive physiotherapeutische Übungen freigegeben, die im schmerzfreien Bereich und in Zugrichtung der rekonstruierten Sehnen ausgeführt werden. Passive Bewegungen gegen die Zugrichtung sind streng zu vermeiden. Nach 6 Wochen wird der Arm zum Einsatz im täglichen Leben unterhalb der Schmerzschwelle freigegeben; ab diesem Zeitpunkt kann mit einem isometrisch-isokinetischen Muskelaufbautraining begonnen werden. Eine Vollbelastung, auch im Sport, ist nach 3–6 Monaten möglich.

1.6 Ergebnisse

Das definitive Resultat nach einer arthroskopischen Rekonstruktion der Rotatorenmanschette ist etwa 6 Monate nach dem Eingriff zu erwarten. Die subjektive Zufriedenheit der Patienten 2 Jahre nach der Operation liegt zwischen 80 % und 90 %. Die Einheilungsrate der rekonstruierten Sehnen liegt zu diesem Zeitpunkt sonographisch und im MRT kontrolliert zwischen 70 % und 90 %. Klinische Ergebnisse und die Rate der strukturellen Einheilung sind bei traumatischen und degenerativen Läsionen identisch. Risikofaktoren für eine ausbleibende Sehnenheilung sind u. a. die Größe des Defektes, d. h. die Anzahl der geschädigten Sehnen, der Retraktionsgrad und die muskuläre Atrophie, ein Lebensalter über 65 Jahre und Nikotinabusus.

Auch ohne komplette strukturelle Sehnenheilung ist die postoperative Zufriedenheit hoch. Dies liegt u. a. an den begleitenden chirurgischen Maßnahmen wie Dekompression, Tenotomie der langen Bizepssehne, Bursektomie etc. Schmerz und Bewegungsausmaß bessern sich signifikant, nur die Kraftminderung bleibt in vielen Fällen bestehen. Im Langzeitverlauf kommt es nach offener Rekonstruktion dennoch häufig zu sekundär arthrotischen Veränderungen.

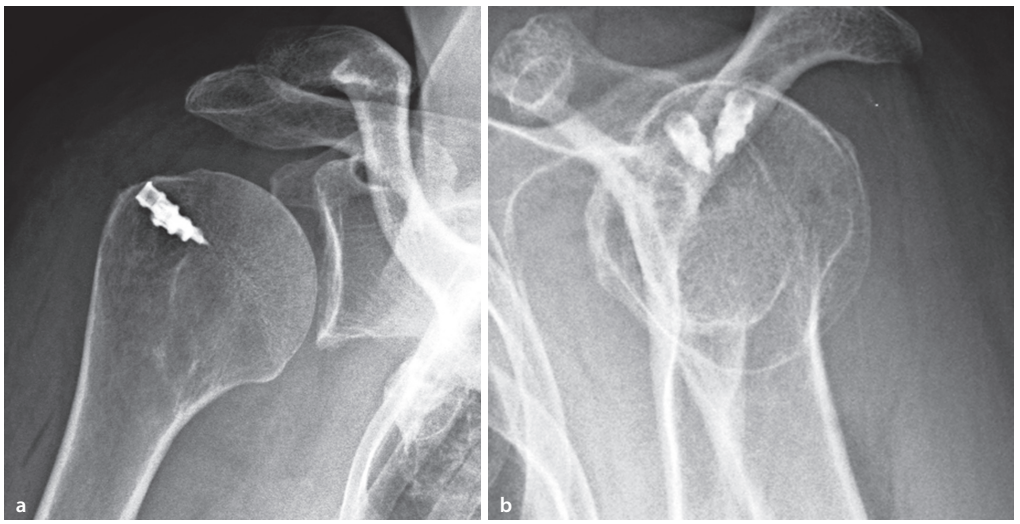


Abb. 1.15a,b Postoperative Röntgenkontrolle in a.-p.- und Y-Projektion zur Kontrolle der Ankerlage

1.7 Komplikationen

1.7.1 Intraoperative Komplikationen

Intraoperative Komplikationen sind selten.

- Blutungen können die Übersicht erheblich erschweren und eine adäquate Rekonstruktion unmöglich machen. Ursachen sind ein zu hoher systemischer Blutdruck (der arterielle Mitteldruck sollte unter 100 mm Hg liegen), zu ausgiebige Bursektomie mit dem Shaver (Thermosonde verwenden) und die Blutung aus der A. thoracoacromialis (Kompression durch Fingerdruck und Blutstillung).
- Weichteilschwellungen können die Übersicht und das Handling erschweren. Ursachen sind ein zu hoher Pumpendruck (sollte an den arteriellen Blutdruck angepasst und wenn möglich immer wieder abgesenkt werden) und eine zu lange Operationsdauer (der Ungeübte sollte im Zweifel rechtzeitig zu einer Versorgung in Mini-Open-Technik übergehen).

1.7.2 Postoperative Komplikationen

- Dislokation eines Fadenankers bei zu oberflächlichem Einbringen, Osteoporose oder übersehenen Knochenzysten. Vor dem Knoten sollte der Operateur kräftig an den Fäden ziehen und dabei den Anker beobachten. Im Zweifel einen Anker mit höherem Gewindegang verwenden.
- Sehnenrandnekrose bei unter Spannung erzwungenem Verschluss einer weit retrahierten Sehne und vor allem bei doppelreihiger Naht mit zu vielen Fäden, die den Sehnenrand strangulieren und so die Durchblutung kompromittieren.
- Sekundäre Schultersteife: Nach 6 Wochen ist eine passive Bewegungseinschränkung normal und zu tolerieren – nach 3 oder 6 Monaten spätestens normalisiert sich die Beweglichkeit nach Einheilung der Rotatorenmanschette in der Mehrzahl der Fälle. Eher selten kann bei persistierender, ausgeprägter Steife nach 3–6 Monaten eine endoskopische Arthrolyse in Erwägung gezogen werden.

Empfohlene Literatur

Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG (2005) Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus: does the tendon really heal? J Bone Joint Surg A 87 (6): 1229–1240

Deutsch, A, Kroll D, Hasapes J, Pham C, Tait C (2008) Repair integrity and clinical outcome after arthroscopic rotator cuff repair using single-row anchor fixation: a prospective study of single-tendon and two-tendon tears. J Shoulder Elbow Surg 17: 845–852

Goutallier D, Postel J, Radier C, Bernageau J, Zilber S (2009) Long-term functional and structural outcome in patients with intact repairs 1 year after open transosseous rotator cuff repair. J Shoulder Elbow Surg 18: 521–528

Gulotta L, Nho S, Dodson C, Adler R, Altchek D, MacGillivray J (2011) Prospective evaluation of arthroscopic rotator cuff repairs at 5 years: part I – Functional outcomes and radiographic healing rates. J Shoulder Elbow Surg 20: 934–940

Hanusch B, Goodchild L, Finn P, Rangan A (2009) Large and massive tears of the rotator cuff – functional outcome and integrity of the repair after a mini-open procedure J Bone Joint Surg [Br]; 91-B: 201–205

Lafosse L, Brzoska R, Toussaint B, Gobezie R (2008) The outcome and structural integrity of arthroscopic rotator cuff repair with use of the double-row suture anchor technique. Surgical technique. J Bone Joint Surg Am. 90 Suppl 2: 275–86

Loew M, Magosch P, Lichtenberg S, Habermeyer P, Porschke F (2015) How to discriminate between acute traumatic and chronic degenerative rotator cuff lesions – an analysis of specific criteria in X-Ray and MRI. J Shoulder Elbow Surg. 24: 1685–1693

Nho S, Brown B, Lyman S, Adler R, Altchek D, MacGillivray J (2009) Prospective analysis of rotator cuff repair: Prognostic factors affecting clinical and ultrasound outcome. J Shoulder Elbow Surg 18: 13–20

Sethi P, Noonan M, Cunningham J, Shrecka E, Miller S (2010) Repair results of 2-tendon rotator cuff tears utilizing the transosseous equivalent technique. J Shoulder Elbow Surg 19: 1210–1217

Zumstein M, Jost B, Hempel J, Hodler J, Gerber C (2008) Open repair of massive tears of the rotator cuff. J Bone Joint Surg 90 (A; 11): 2423–2431