

Lars Victor von Engelhardt, Joerg Jerosch

Partielle und vollständige, kleine bis mittelgroße Rotatorenmanschettenrisse

Was ist wesentlich, um mit der arthroskopischen Chirurgie optimale Rekonstruktionen zu erzielen?

Zusammenfassung:

Risse und Teilrisse der Rotatorenmanschette sind mit Abstand die häufigste Ursache für Schulterschmerzen. In diesem Artikel werden verschiedene Rissformen, deren Ursache und Prognose vorgestellt. Die Symptome von Teil- und Totalrupturen können konservativ kurz- bis mittelfristig erfolgreich behandelt werden. Aufgrund der meist ungünstigen Prognose mit einem Fortschreiten der Sehnenschäden sowie der hiermit verbundenen Entstehung bzw. Progression einer Arthrose sollten Rekonstruktionsmöglichkeiten allerdings stets in die Therapieüberlegung einbezogen werden. Aufgrund sehr guter Ergebnisse auch beim älteren Patienten oder aber bei bereits bestehenden arthrotischen Veränderungen, sind auch in diesen Patientengruppen entsprechende Indikationsabwägungen nicht auszuschließen. Rotatorenmanschettenrekonstruktionen werden heutzutage zunehmend arthroskopisch durchgeführt. Je nach Ausgangssituation stellen die ein- und zweireihigen arthroskopischen Nahttechniken unter Verwendung geeigneter Anker- und Fadensysteme in jedem Alter und bei den allermeisten Ausgangssituationen ein zuverlässiges Verfahren dar. Nachdem ein Durchschneiden der Fäden durch das vorgeschädigte Sehnengewebe die wesentliche Ursache für ein Versagen einer Rekonstruktion ist, erachten wir die präzise Stichpositionierung unter arthroskopischer Sicht medial am bzw. im Rotatorenkabel als einen wichtigen Vorteil arthroskopischer Techniken. Weitere mögliche Probleme einer Manschettenrekonstruktion können Knochenstrukturstörungen, die eine ausreichend stabile Ankerfixation erschweren, darstellen. So finden sich bei Rissen oft zystische Veränderungen mit einem schwachen, wenig Halt bietenden Knochen unterhalb des Footprint. Ähnliche, zystische Osteolysen werden gelegentlich auch bei Revisionen nach Verwendung bestimmter biodegradierbarer Knochenanker gesehen. In solchen Fällen ist die arthroskopische, transossäre Naht, bei der das Fadenmaterial innerhalb der kleinlumigen Bohrkanaäle seinen Halt findet, eine mögliche Alternative. In Anbetracht weiterhin relevanter Re-Ruptur-Raten ist die sog. biologische Augmentation der Sehnen-zu-Knochen-Heilung, v.a. mittels PRP, ein aktuell diskutiertes Thema. Auch wenn hierzu noch viele Unklarheiten bestehen, so ist es unzweifelhaft, dass die Erzielung einer hohen Vitalität und Heilungstendenz positive biologische Effekte auf das Rekonstruktionsergebnis haben kann.

Schlüsselwörter:

Rotatorenmanschette, Partialruptur, Riss, arthroskopische Rekonstruktion

Zitierweise:

von Engelhardt LV, Jerosch J: Partielle und vollständige, kleine bis mittelgroße Rotatorenmanschettenrisse. Was ist wesentlich, um mit der arthroskopischen Chirurgie optimale Rekonstruktionen zu erzielen?

OUP 2022; 11: 064–072

DOI 10.53180/oup.2022.0064-0072

Partial and complete, small to medium-sized rotator cuff tears

What are the essentials to achieve optimal reconstruction using arthroscopic surgery?

Summary: Tears and partial tears of the rotator cuff are by far the most common cause of shoulder pain. This article presents various tear types, their causes and prognoses. The symptoms of partial and total tears can be successfully treated conservatively in the short to medium term. Due to the usually unfavorable prognosis with progressive tendon damage and the development or progression of osteoarthritic changes, reconstructive options should always be considered in the therapy decision. Regarding very good results in elderly patients as well as in cases with pre-existing osteoarthritic changes, these patient groups should not be excluded from these considerations. In recent years, rotator cuff repairs are increasingly being performed arthroscopically. Depending on the intra-operative situation, arthroscopic single- and double-row reconstruction techniques using suitable suture anchors provide reliable results at any age and in most situations. Since a cutting out of the sutures through the damaged tendon tissue is the main cause of failure of a cuff repair, we recommend the precise positioning of the suture stitches medial in or next to the rotator cable under arthroscopic visualization. Addressing this weak point of a cuff reconstruction might be the most important advantage of arthroscopic techniques. Other possible problems of reconstructive surgery are a reduced bone structure that compromises a stable anchor fixation. Remarkable cystic changes with a weak bone just below the footprint are often present in rotator cuff tears. A similar cystic osteolysis is also occasionally seen in revision cases when certain bioabsorbable anchors were used. In such cases, the arthroscopic, transosseous cuff repair, which holds the suture material within the small drill tunnels, is a plausible alternative. Regarding the fact that re-rupture rates are still relevant, possibilities for a biological augmentation of the tendon-to-bone healing, especially using PRP, is a topic that is currently being discussed. Even if there is still a lot of ambiguity, there is no doubt that achieving a high level of vitality as well as healing potential will have positive biological effects on our reconstruction results.

Keywords: rotator cuff, partial tear, tear, arthroscopic repair

Citation: von Engelhardt LV, Jerosch J: Partial and complete, small to medium-sized rotator cuff tears. What are the essentials to achieve optimal reconstruction using arthroscopic surgery? OUP 2022; 11: 064–072. DOI 10.53180/oup.2022.0064-0072

Partieller und vollständiger Rotatorenmanschettenriss

Bei Schädigungen der Rotatorenmanschette ist neben Rupturen der Sehnen des M. subscapularis, des M. infraspinatus sowie des M. teres minor in > 70 % der Fälle die Sehne des M. supraspinatus betroffen [3]. Am häufigsten finden sich dabei posterosuperiore Rupturen, welche sich neben der Supraspinatussehne auf die ventralen Anteile oder aber den gesamten Ansatz der Infraspinatussehne am Footprint ausdehnen. Diese Risse sind meist degenerativer Natur. Eine andere Pathogenese zeigt sich bei den anterosuperioren Rupturen, bei denen neben der Supraspinatussehne auch die Subscapularissehne mitbeteiligt ist [60]. Bei diesem Schädigungsbild ist oft auf auch der Pulley

mit einer klinisch symptomatischen langen Bizepssehne mitgeschädigt [52]. Finden sich diese anterosuperioren Schäden bei eher jungen Patienten, so liegt meist eine mehr traumatische Ursache zugrunde. Mit steigendem Alter bestehen häufiger degenerativ bedingte Schäden [45]. Egal welche Sehne betroffen ist, bei einer vollständigen Ruptur verliert die Schulter die Fähigkeit zur Zentrierung des Schultergelenks. Dies führt zu Schmerzen und zu einer zunehmenden Verschlechterung der Schulterfunktion. Die Prognose vollständiger Risse, aber auch unvollständiger Risse, sog. Partialrupturen ist nicht gut. So zeigte bspw. eine arthrographische Verlaufsstudie mit 40 Partialläsionen der Supraspinatussehne nach einer konservativen Therapie

von einem Jahr in über der Hälfte der Fälle eine zunehmende Ausdehnung der Ruptur und in 28 % der Fälle ein Fortschreiten der Rissbildung zu einem kompletten Abriss der Sehne (Totalruptur) [86]. Eine weitere prospektive Studie mit 224 asymptomatischen Rupturen zeigt bei 49 % der Patienten (61 % der Komplettrupturen und 44 % der Teilrupturen der Rotatorenmanschette) eine Progression der Ruptur. Dabei war auf der dominanten Seite das Risiko für eine signifikante Vergrößerung der Ruptur etwas höher als auf der nicht dominanten Seite [31]. Auch besteht das Risiko eines Überganges zu deutlich ausgedehnteren Rupturformen sowie einer Fettatrophie und Funktionslosigkeit des Muskels. Über Jahre kann sich das Bild einer schmerzhaft

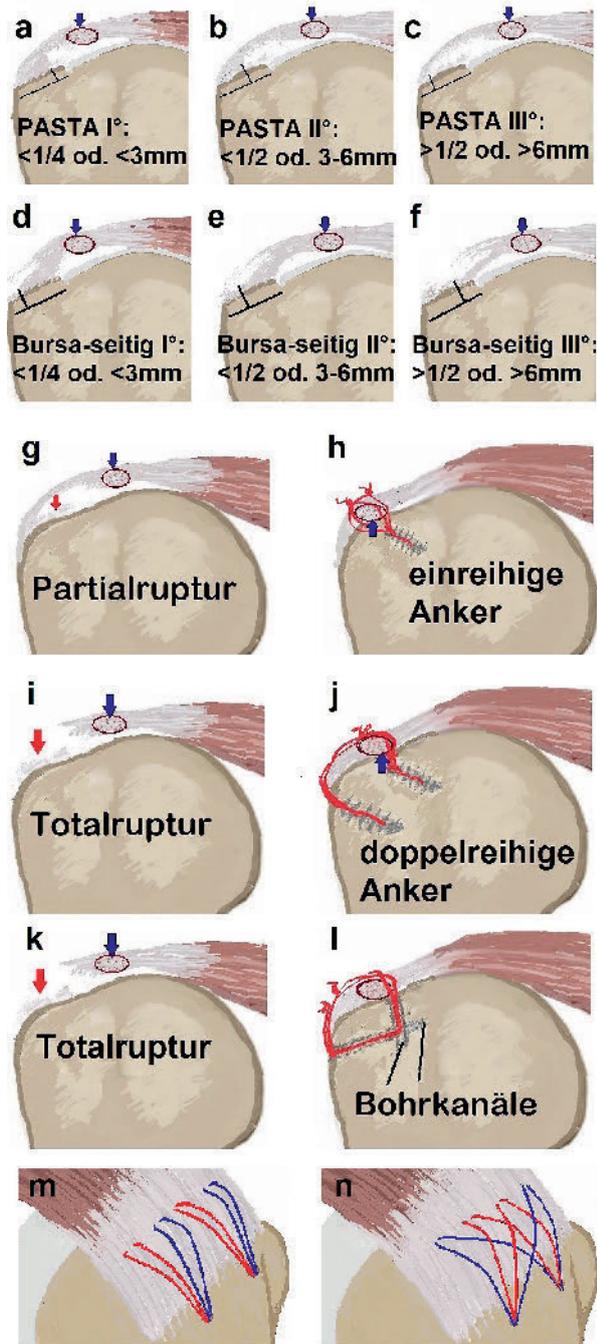


Abb. 1–3: LV von Engelhardt

Abbildung 1 (a–c) Artikulärseitige Sehnenrupturen, die sich wie hier, durch vglw. schwere Auffaserungen und somit als Partial Articular Supraspinatus Tendon Avulsion (PASTA-Läsion) auszeichnen. Für diese Rupturen aber auch für bursa-seitige Partialrupturen d–f ist die Gradeinteilung nach Ellman gebräuchlich [18]. Grad I zeigt eine Ausdehnung von $< 3 \text{ mm}$ bzw. $< 1/4$ des Sehnendurchmessers (**a, d**) eine zweitgradige Partialruptur misst $3\text{--}6 \text{ mm}$ bzw. $< 1/2$ des Durchmessers (**b, e**) und Grad III $> 6 \text{ mm}$ oder $> 1/2$ des Sehnendurchmessers (**c, f**). Kleine Partialrupturen (**g**) lassen sich, sofern die verbliebenen Sehnenanteile sicher geschont werden, zuverlässig und äußerst stabil mit einem oder zwei Fadenankern in einreihigen, transtendinösen Techniken refixieren (**h**). Bei Rupturen mit einem großflächig bzw. vollschichtig freiliegenden Footprint (**i**), erlaubt die zweireihige Technik die anatomische Wiederherstellung der Kontaktfläche zwischen Footprint und Sehne (**j**). Bei den gar nicht so seltenen zystischen Knochenveränderungen im Bereich des Footprint, aber auch bei knöchernen Normalbefunden ist auch die arthroskopische, transossäre Manschettenrekonstruktion eine wertvolle Möglichkeit. Hier werden die Fäden über transossäre Bohrungen sowohl im Bereich des medialen Footprint als auch außen am Tuberculum majus eingebracht. Über die Fadenausstritte kann ebenso eine flächige, doppelreihige Naht erfolgen (**k, l**). Bei den transossären und auch bei ankerbasierten Techniken, können die Fädenenden der medialen Reihe in fortlaufender Anordnung (**m**) oder aber auch zur lateralen Reihe hin gekreuzt fixiert und damit ein wenig flächiger aufgepresst werden (**n**).

ten Defekarthropathie mit einem zunehmenden Funktionsverlust (sog. Pseudolähmung) entwickeln. Neben dem Risiko zunehmender Schadensbilder an der Rotatorenmanschette selbst wurde im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit einer intakten Rotatorenmanschette bei symptomatischen degenerativen Rupturen, aber auch bei asymptomatischen Rupturen oder Teilrupturen ein signifikantes Fortschreiten arthrotischer Veränderungen nachgewiesen. Ursächlich hierfür ist v.a. die zunehmende Dezentrierung der Gelenkführung, die zu unphysiologischen Druckverteilungen der Gelenkpartner führt [8, 32, 37].

Eine Besonderheit stellen Partialrupturen als unvollständige Risse der Sehne dar (Abb. 1 a–f). Sie gehören zu den häufigsten Ursachen anhaltender Schulterbeschwerden. Interessanterweise scheinen die Partialrupturen oft mit mehr Schmerzen verbunden zu sein als vollständige Sehnenrupturen [7, 38]. Die gängige Einteilung von Partialrupturen der Rotatorenmanschette in gelenkseitige, intratendinöse oder bursa-seitige Partialrupturen erfolgte von Codman [11]. Die artikulärseitigen Rupturen betreffen meist die mittleren und hinteren Anteile der Supraspinatussehne und die vorderen Anteile der Infraspinatussehne. Sie sind gut zwei- bis dreimal häufiger als bursa-seitige Partialrupturen [44, 85]. In diese Rupturkategorie fallen auch die von Snyder beschriebenen artikulärseitigen Supraspinatussehnenavulsionen (PASTA-Läsion, Partial Articular Supraspinatus Tendon Avulsion), die sich durch vglw. schwere Auffaserungen der artikulärseitigen Sehnenanteile auszeichnen (Abb. 1 a–c) [70]. Ursachen für diese Rissformen sind das interne bzw. posterosuperiore glenoidale Impingement, bei dem bei wiederholter Abduktion und Außenrotation der wiederholte Kontakt zwischen der Unterfläche der Rotatorenmanschette und dem posterosuperioren Rand des Glenoids zu gelenkseitigen Rupturen an der Kreuzungsstelle von Supra- und Infraspinatussehne führt. Häufig sieht man dann auch korrespondierende Schäden an den oberen Labrumanteilen. Entsprechend dieser Pathophysiolo-

gie sind v.a. Sportler mit Überkopfbewegungen, Überkopfarbeiter usw. betroffen.

Andere wesentliche Ursachen sind Durchblutungsstörungen am Sehnenansatz sowie eine vorwiegend artikulareseitig degenerierte Sehnenarchitektur, die sich durch ausgedünnte, fehlorientierte Kollagenfasern und eine Metaplasie der Tenozyten innerhalb der Sehne auszeichnet [20, 41, 42]. Intra-tendinöse Partialrupturen liegen mehr oder minder ausgedehnt mittig in der Sehne, wobei die artikulär- und bursaseitigen Schichten unbeschadet erscheinen. Liegt eine Kombination einer partiell artikulareseitigen mit einer intratendinösen Ruptur vor, so spricht man nach Conway von einer partiell artikulären, intra-tendinösen Ruptur (PAIN-T-Läsion, Partial articular intratendinous Tear) [12]. Die bursaseitigen Partialrupturen sind im Gegensatz zu den artikulareseitigen Partialrupturen weniger häufig bei Überkopfbelastungen, hingegen häufiger mit einem externen Impingement und chronisch degenerativen Veränderungen assoziiert (Abb. 1 d-f) [36].

Eine sehr verbreitete Klassifikation ist die arthroskopische Einteilung von Partialrupturen entsprechend der relativen Größe der Ruptur bezogen auf den Sehnendurchmesser nach Ellman (Abb. 1 a-f). Grad I entspricht einer Ausdehnung von weniger als 3 mm bzw. weniger als ein Viertel des Sehnendurchmessers. Eine zweitgradige Partialruptur misst 3–6 mm bzw. weniger als die Hälfte des Sehnendurchmessers, Grad III umfasst mehr als 6 mm oder mehr als die Hälfte. Diese Einteilung gilt sowohl für die artikulareseitigen (Abb. 1 a–c), als auch für die bursaseitigen Partialrupturen (Abb. 1 d–f) [18].

Generell ist bei Partialrupturen und anhaltenden Beschwerden eine Rekonstruktion das überlegene Verfahren. So sind die mittelfristigen Ergebnisse bspw. nach einer Dekompression mit Akromionplastik u./o. eines einfachen Debridements oder eines rein konservativen Vorgehens meist enttäuschend. Manche Autoren empfehlen die Sehennaht bei anhaltenden Beschwerden ab einer Ausdehnung von mehr als 50 % (Grad III) [55, 71]. Andere Autoren erachten eine Rekonstruktion auch bei kleineren Par-

tialrupturen Grad II (> 25 % des Sehnendurchmessers oder 3–6 mm) und einer erfolglosen konservativen Therapie über einen Zeitraum von bspw. 3 Monaten als sinnvoll [4].

Am Ende bedarf der Patient vor seiner Entscheidung stets einer Beratung, bei der die Anamnese, die klinischen und bildgebenden Befunde einbezogen und abgeglichen werden. Sicherlich spielen neben dem Ausmaß der Läsion v.a. der Anspruch des Patienten, die Dauer der Beschwerden, Begleitpathologien, die Rupturursache etc. eine wesentliche Rolle bei der gemeinsamen Entscheidungsfindung. Eine Studie befasste sich mit über 300 Patienten, die vor einer Schulterarthroskopie zu ihren Erwartungen befragt wurden. Hierbei war über die Hälfte der Befragten älter als 50 Jahre. Wesentliche Erwartung an die Therapie war nicht nur das Wiedererlangen der schmerzfreien Schulterfunktion im Alltag, sondern vielmehr die erfolgreiche Rückkehr in den Sport [81]. Diese Daten geben einen guten Eindruck wie hoch die zu berücksichtigenden Ansprüche vor einer Therapieentscheidung, nicht nur bei den jungen, sondern auch bei den älteren Patienten sind. Darüber hinaus gibt es mehrere Follow-up-Untersuchungen, aber auch matched-pair Analysen, die zeigen dass auch ältere Patienten mit einem Alter von 75 Jahren und älter ebenso wie junge Patienten von einer arthroskopischen Rekonstruktion der Rotatorenmanschette profitieren [56, 58]. Ein hinauszögern operativer Maßnahmen ist daher nicht für jeden Patienten, auch nicht für die älteren, die beste Lösung. Letztlich handelt es sich in jedem Fall um eine sehr individuelle Entscheidung.

Konservative Therapie

Konservative Therapieverfahren können objektiv und subjektiv eine Beschwerdelinderung herbeiführen [29]. Wichtig ist v.a. eine möglichst weitgehende Vermeidung der Schmerz verursachenden Belastungen. Finden sich akute Reizzustände und erlaubt es die Anamnese, ist zudem eine Schmerztherapie mit nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAR) für bis zu 2 Wochen u./o. eine subakromiale Infiltration mit Lo-

kalanästhetika sinnvoll [2, 6]. Lokale Injektionen können auch mit Kortikoiden und mit plättchenreichem Plasma (PRP) erfolgen, wobei das PRP eine länger anhaltende Wirkung aufweist. Zurückhaltung ist bei häufigen Injektionen von Kortikoiden sinnvoll, da ab einer Wiederholung von 4 oder mehr Injektionen im Rattenversuch Nekrosen und Auffaserungen der Kollagenbündel innerhalb der Sehnen nachgewiesen wurden [74]. Die Physiotherapie hat das Ziel, die aktive und passive Beweglichkeit zurückzugewinnen. Dabei werden u.a. die häufig verkürzten posterioren, inferioren Kapselstrukturen unter Fixierung der Skapula aufgedehnt. Auch erfolgen Mobilisationsübungen der Skapula, die Rotation wird auftrainiert etc. Danach erfolgt die Kräftigung der Humeruskopf-zentrierenden und Skapula-stabilisierenden Muskulatur [16]. Ziele sind die Wiedererlangung einer schmerzfreien Beweglichkeit, eine physiologische Muskelbalance und eine Gelenkzentrierung sowie gute Kontrolle bzw. Stabilität der skapulothorakalen und glenohumeralen Muskulatur [17].

Bezgl. der mittelfristigen Ergebnisse einer konservativen Therapie ist zu bedenken, dass es sich meist um eine vorübergehende Symptombesserung handelt, bei der eine Restitutio ad integrum bzw. eine Spontanheilung als unwahrscheinlich anzusehen ist. Ebenso zeigen auch nicht adäquate Operationsverfahren wie bspw. subakromiale Dekompressionen u./o. Sehnendebridements, in bildgebenden und histologischen Verlaufsuntersuchungen keine Heilung. Hingegen sind experimentelle und auch klinisch-radiologische Verlaufsuntersuchungen, die eine hohe Chance für eine Befundverschlechterung von Sehnenschäden bis hin zu irreparablen Schäden und erheblichen Funktionseinschränkungen nachweisen, nicht von der Hand zu weisen [76, 86]. Dies trifft sowohl für vollständige als auch für partielle Rupturen zu [13, 20, 25, 30]. So ist bei einer prolongierten konservativen Therapie zu bedenken, dass sich symptomatische und sogar mittlerweile symptomfreie Partialrupturen häufig zu Komplettrupturen ausdehnen können. Zudem können

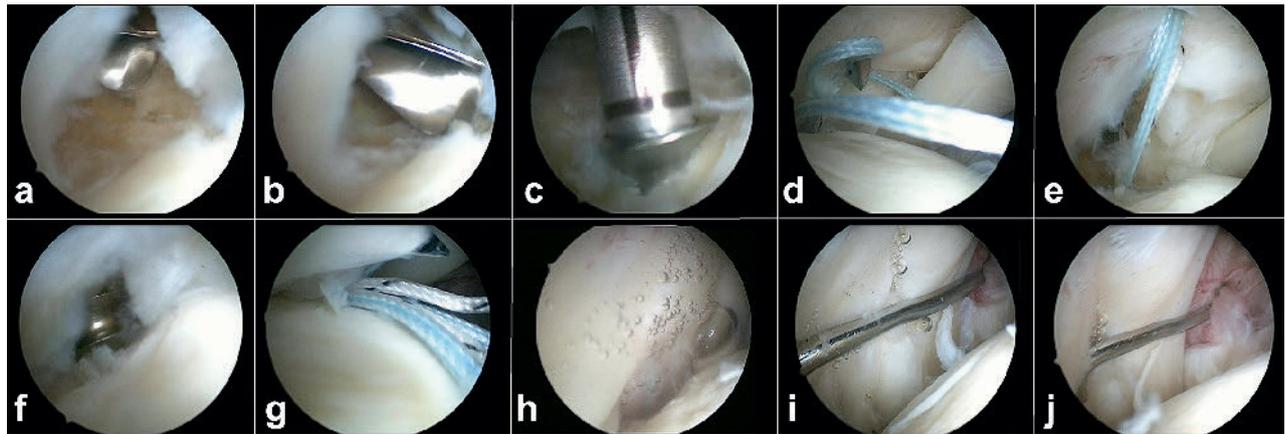


Abbildung 2 Schonende, transtendinöse Nahttechnik zur einreihigen Versorgung einer größeren Partialruptur. Sicht von intra-artikulär auf den anzufrischenden Footprint (a). Mit der Fräse kann die Sklerose unter Schutz mit dem Metallschild recht weit an die ventralen und lateralen Sehnenchenkel angefrischt werden (b). Wiederum transtendinös erfolgt die Einbringung des ersten Schraubankers (c). Vorlegen der Fiber-Wire-Fäden und Durchstechung mit speziellen sog. Piercing Instrumenten (d). Diese sollten möglichst fein und sinnvollerweise in verschiedenen Winkeln oder Kurvaturen verfügbar sein. Mit der Sicht von intraartikulär lässt sich v.a. das Rotatorenkabel gut darstellen. Nachdem der Halt im Sehngewebe am Rotatorenkabel optimal ist, erfolgen die sukzessiven Stiche direkt medial am bzw. im Rotatorenkabel (e). Einbringen eines weiteren Nahtankers weiter dorsal im Footprint im ventralen Bereich des Infraspinatussehnenansatzes (f). Wiederum sukzessive Durchstechungen im bzw. am weiter dorsal gelegenen Rotatorenkabel (g). Nach dem Aufpressen und der Fixierung der Sehne auf dem Footprint mittels 4 arthroskopischer Rutschkonten sowie jeweils 3 gegenläufiger Halbschläge ist die Sehne flächig und vollständig auf den angefrischten Knochen gepresst (h). Die Tasthakenuntersuchung über einen Zugang von ventral bestätigt das feste und lückenlose Aufpressen der gesamten Sehne (i). Nachdem die stehenden dorso-lateralen und ventrolateralen Sehnenanteile bis auf die zentrale Schlitzung erhalten wurden, erscheint die Einbringung einer weiteren lateralen Ankerreihe hier nicht unbedingt nötig. Die Tasthakenuntersuchung weiter vorne zeigt, dass die Bizepssehne und der Pulley weder verzogen oder gar eingenäht wurden (j).

sich Komplettrupturen im Verlauf signifikant vergrößern [31, 86].

Ziel und Nutzen der operativen Therapie

Ziel operativer Maßnahmen ist die anatomische Rekonstruktion der gerissenen Sehnen. Damit ist die Ursache für die beschriebene Pathophysiologie behoben. Die Chancen, dass dies funktioniert, hängt von der Reparabilität der Sehnen, der Knochenqualität aber auch von der Expertise des Operateurs ab. So hängt der Erfolg einer arthroskopischen Rekonstruktion zum einem davon ab, wie weit Folgeschäden, wie bspw. eine Muskelatrophie u./o. Muskelverfettung und eine Sehnenretraktion fortgeschritten sind [68]. Zum anderen zeigte eine aktuelle Arbeit aus dem J Shoulder Elbow Surgery, dass sich mit zunehmender Erfahrung und Lernkurve mit der arthroskopischen Manschettenrekonstruktion gegenüber weniger erfahrenden Kollegen signifikant bessere klinische Outcomes und sogar signifikant niedrigere Reruptur-Raten finden [39]. Sind entsprechende Voraussetzungen gegeben, so zeigen prospektiv randomisierte Studien nach Rekonstruktionen der

Rotatorenmanschette nach 12 Monaten weitaus bessere klinische Ergebnisse mit signifikant höheren Outcome Scorings als die konservativen Therapie [50]. Auch im Langzeit-Follow-up nach 10 Jahren zeigte die primäre Sehnenrekonstruktion kleiner und mittelgroßer Rupturen wiederum anhaltend bessere Ergebnisse und Outcomescorings als eine verzögerte, erst nach erfolgloser Physiotherapie stattgehabten Rekonstruktion [49]. Ebenso zeigt eine aktuelle Metaanalyse bei Partialrupturen unter Verwendung verschiedener Methoden zur arthroskopischen Naht exzellente Ergebnisse und niedrige Komplikationsraten [55]. Auch bei sehr großen, partiell irreparablen Manschettenschäden sind, egal ob es sich um posterosuperiore, anterosuperiore, oder gar um Schäden aller Sehnenanteile handelt, mit einer arthroskopischen Operation erfahrungsgemäß aber auch entsprechend der Studienlage noch vglw. gute Ergebnisse erzielbar. Hierbei handelt es sich um unvollständige arthroskopische Rekonstruktionen, sog. Partialrekonstruktionen, die trotz der primär nur teilweise reparablen Situation durchaus noch gute klinische Ergebnisse aufwei-

sen. Dies liegt daran, dass solche partiell rekonstruierenden Verfahren bei richtiger Indikation und Technik immerhin eine Rebalancierung und verbesserte Zentrierung des Gelenkes erlauben [23].

Eine unvollständige Defektdeckung, bspw. mit einem erweiterten Rotatorenintervall darf einen hierbei nicht stören. Darüber hinaus findet sich auch bei Sehnenrissen und dem Vorliegen einer Omarthrose nach einer arthroskopischen Manschettenrekonstruktion ein ebenso gutes Outcome wie bei Patienten nach einer Rekonstruktion, allerdings ohne entsprechende arthrotische Veränderungen. Hierzu erfolgten 2019 und 2020 zwei Studien bei kleinen und mittelgroßen Schäden der Rotatorenmanschette und gleichzeitigen Vorliegen arthrotischer Veränderungen. Sowohl hinsichtlich des Outcomes, v.a. aber hinsichtlich der Arthrose- und Rupturprogression, zeigten sich jeweils entsprechend gute Ergebnisse [26, 33]. Diese beiden Studien zeigen recht eindrucksvoll, wie effektiv eine arthroskopische Rekonstruktion der Rotatorenmanschette, bspw. auch bei Patienten mit arthrotischen Gelenkver-

änderungen ist. Hierbei scheint die Naht nicht nur zur Beseitigung von Schmerzen und funktionellen Einschränkungen, sondern auch zur Wiederherstellung eines zentrierten Gelenkes mit balancierten Kraftvektoren sowie hinsichtlich einer Progredienz der Gelenkschäden wertvoll zu sein.

Zusammenfassend ist die Prognose einer arthroskopischen Rekonstruktion bei partiellen, kleinen und mittelgroßen und sogar bei sehr ausgedehnten primär nur teilweise reparablem Rupturen gut. Dabei gilt, dass die Rekonstruktion nicht allzu verzögert erfolgen sollte. Zudem ist die praktische Erfahrung des Operateurs hinsichtlich Re-Ruptur-Raten und für das klinische Outcome von signifikanter Bedeutung. Wichtig ist, dass diese Verfahren auch bei älteren Patienten u./o. gleichzeitigen arthrotischen Gelenkveränderungen als erfolgreich einzustufen sind.

Welche Naht- und Anker-techniken führen zu optimalen Ergebnissen?

Zuverlässige Rekonstruktionstechniken sind bei partiellen und vollständigen Rupturen der Rotatorenmanschette bei entsprechender Erfahrung im Prinzip immer auch in arthroskopischer Technik möglich und durchaus auch von Vorteil. Dabei kann je nach Befund sowohl ein- als auch zweireihig auf dem Footprint refixiert werden. Partialrupturen und sehr kleine Rupturen lassen sich unter Schonung der erhaltenen Sehnenanteile äußerst stabil mit 1 oder 2 Fadenankern in einreihiger Technik sicher und flächig rekonstruieren (Abb. 1 g-h). Für die Ankerplatzierung und die Naht sind dabei schonende transtendinöse Techniken, die allenfalls eine Sehnenschlitzen im Faserverlauf erfordern und noch stehende Sehnenschenkel erhalten, sinnvoll (Abb. 2). Für mittelgroße und größere Rupturen, v.a. bei einem großflächig freiliegenden Footprint, erlaubt v.a. die zweireihige Technik eine anatomische Abdeckung mit der Wiederherstellung einer physiologischen Kontaktfläche zwischen Footprint und Sehne (Abb. 1 i-n) [46].

Zwar zeigt sich entsprechend mehrerer Studien und Metaanalysen kein klinischer Unterschied zwischen einreihigen und doppelreihigen Naht-

techniken [54, 67], allerdings zeigen experimentelle Untersuchungen bei großflächigen Rupturen biomechanisch etwas höhere Ausreißkräfte [43, 47, 69]. Ausgehend von diesen Daten, erfolgen v.a. bei größeren Rupturen zunehmend doppelreihige Rekonstruktionstechniken. Zur sicheren Anbindung an den Knochen sind v.a. Schraub- und Schlaganker, aber auch sog. All-suture-Anker verfügbar. Die All-Suture-Anker sind spannbare und damit knotenfrei, wobei sie sich direkt subkortikal verankern sollten. All-Suture-Anker zeigen gegenüber konventionellen Schraub- und Fadenankern v.a. bei einem dünnen, osteoporotischen Kortex u./o. einer ggf. etwas knochenabtragenden Footprintpräparation eine deutlich geringere maximale Ausrisskraft u./o. eine eher eintretende Ankerverlagerung [51, 63]. Daher präferieren wir bei den doppelreihigen Nahttechniken für die mediale Reihe die konventionellen Schraubankersysteme.

Auch ist zu bemerken, dass insuffiziente Knotentechniken v.a. durch ein ungenügendes Anpressen oder eine primär lose Verbindung zwischen Sehne und Knochen entstehen. Dies verhindert die für die Einheilung wichtige osteofibroblastische Integration in den Knochen. Hier bieten die verschiedenen Techniken arthroskopischer Rutschkonten in Verbindung mit bspw. 3 gegenläufigen Halbschlägen gute Möglichkeiten für ein solides Anpressen und wiederum vglw. hohe Ausrisskräfte. Interessant ist, dass ein Training arthroskopischer Knotentechniken durchaus sinnvoll ist. So zeigen die eigene Erfahrung und auch mehrere Studien, dass auch bei erfahrenen Kollegen ein dezidiertes Training verschiedener Knotentechniken, bspw. an einer Workstation mit Testmöglichkeiten, eine Erhöhung der Qualität und Konsistenz der Versorgung nach sich zieht [10, 35, 59]. Bei den doppelreihigen Rekonstruktionen werden die Fadenenden des medialen Ankers hingegen oft knotenlos im lateralen Anker fixiert. Bei Verwendung von 2 lateralen Ankern können die Fadenenden der medialen Reihe in unveränderter Richtung oder aber auch gekreuzt in der lateralen Reihe fixiert und aufgepresst werden. Diese Kreuzung kann den Druck des auf-

gepressten Konstruktes auf dem Footprint noch ein wenig ausgeglichener verteilen. Beide Arten der Fadenführung, sowohl die gekreuzte als auch die ungekreuzte, sind sowohl bei den ankerbasierten als auch bei den transtendinösen Fixierungsmethoden durchführbar (Abb. 1 m, n).

Die genannten Anker- und Nahttechniken sind sowohl offen-chirurgisch bzw. in der sog. „Minioffen“-Technik und auch in arthroskopischer Technik durchführbar. Arthroskopische Techniken haben den Nachteil, dass die Lernkurve im Vergleich zu den offenen Techniken deutlich flacher ist. Auf der anderen Seite können die arthroskopischen Verfahren gegenüber offenen Verfahren durchaus Vorteile bieten. Hierbei geht es weniger um die immer wieder diskutierten Aspekte des geringeren Weichteiltraumas, der Verringerung von postoperativen Verklebungen bis hin zu Arthrofibrosen, die Beseitigung des Risikos für Traktionsschäden des N. axillaris, einer schnelleren Rehabilitation, minimalisierte Infektionsraten oder kosmetische Ergebnisse [24, 28, 40, 65, 66, 78]. Vielmehr geht es um recht praktische Aspekte während der Naht. Hat man sich einmal an die arthroskopische Naht der Rotatorenmanschette gewöhnt, so erscheinen die arthroskopischen Möglichkeiten zur Beurteilung der Sehnenbeschaffenheit und die Rekonstruktionsmöglichkeiten äußerst hilfreich. Darüber hinaus bieten arthroskopische Techniken gute Möglichkeiten zur Versorgung assoziierter Begleitpathologien wie bspw. erweiterte Pulley-Läsionen, SLAP-Läsionen etc.. Zudem möchte man die vglw. hohe Genauigkeit, bspw. bei der Präparation des Footprint, der Sehnenmobilisation und insbesondere bei der Setzung der Nahtstiche während der einzelnen Schritte der arthroskopischen Naht nicht missen.

Das biomechanisch schwächste Glied in der Rekonstruktion der Rotatorenmanschette ist der Halt des Nahtmaterials in der Sehne. Somit ist nicht unbedingt die Anzahl der Anker, sondern vielmehr die Positionierung und Verteilung der Nähte entscheidend für eine zuverlässige Rekonstruktion. Zudem ist bei größeren Rissen die Einschätzung der Sehnen-

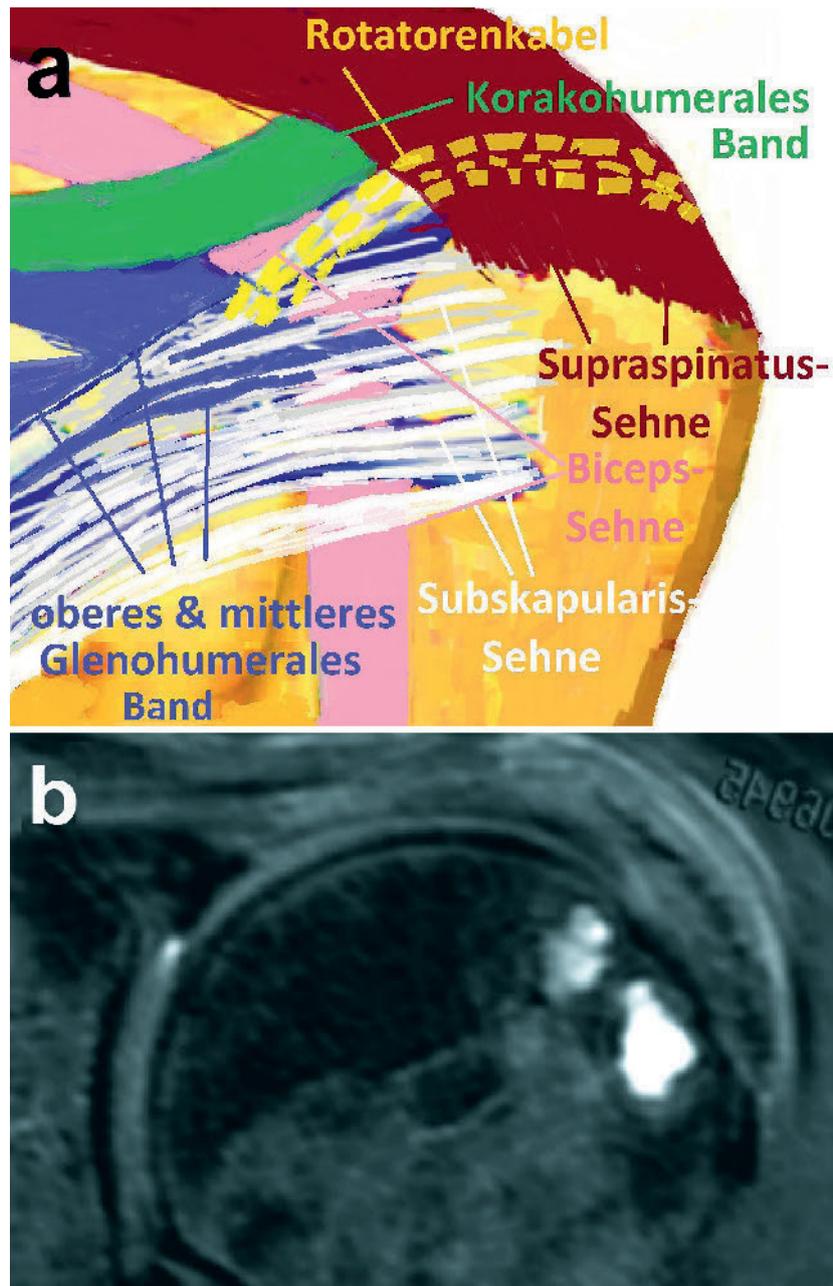


Abbildung 3 (a) Wichtige Kapselbandstrukturen (bunt dargestellt) liegen unterhalb oder in der Tiefe der Rotatorenmanschette, weshalb sie ausschließlich mit arthroskopischer Sicht von intraartikulär sicher beurteilbar sind. Erfolgt die Naht unter entsprechender Sicht, können die Nähte sehr gezielt in das stabile und damit nahttaugliche Sehngewebe am oder im medialen Rotatorenkabel platziert werden. Der bei Re-Rupturen am häufigsten zu findende Schwachpunkt einer Manschettennaht, nämlich der "Cut-Out" des Nahtmaterials durch die Sehnen, ist somit sinnvoll adressiert. Auch werden wichtige Kapselbandstrukturen wie bspw. der Pulley, die Bizepssehne etc., die nicht verzogen oder gar eingenäht werden sollten, so sicher geschont. Dies reduziert biomechanische Probleme, von der insuffizienten Naht über eine symptomatische Bizepssehne bis hin zum Auftreten einer Schultersteife. **(b)** MRT eines Patienten mit einer Supraspinatussehnenruptur. Hier zeigt sich der gar nicht so seltene Befund von Knochenzysten im Tuberculum majus und weiter medial. Da eine feste Ankerplatzierung hier erschwert ist, sind arthroskopische transossäre Nahttechniken in solchen Fällen eine hilfreiche Möglichkeit.

retraktion, die bspw. U- oder V-förmig in der Mitte der Sehne, oder aber L-förmig je nach Retraktionsrichtung vorne oder hinten in der Sehne liegen kann, hilfreich für die schrittweise Naht. Als wir mit den arthroskopischen Techniken begonnen haben, haben wir nach dem Rundgang durch das Gelenk und den Subakromialraum die anschließende Naht überwiegend mit der unter dem Schulterdach eingebrachten Optik durchgeführt. Hierbei hat der Operateur überwiegend von oben Aufsicht auf die gerissene Sehne. Seit über 10 Jahren verwenden wir während der Naht neben der Sicht von subakromial gerne auch die Sicht von intraartikulär. Während der Naht gelingt hiermit die Darstellung des für die Rekonstruktion wichtigen Rotatorenkabels und die entsprechend genaue Platzierung der Nahtstiche. Dabei kann die Naht gezielt in das taugliche, stabile Sehngewebe, meist direkt medial im oder am Rotatorenkabel platziert werden (Abb. 3). Eine Studie von Wiesner et al. zeigte, dass die Stiche direkt medial zum Rotatorenkabel den optimalen Halt im Sehngewebe aufweisen. Hier waren signifikant höhere Kräfte nötig, um den Faden herauszureißen [82]. Somit ist die millimetergenaue Positionierung der Einstiche direkt medial am Rotatorenkabel hilfreich für eine zuverlässige Naht. Bedeutend ist, dass das Rotatorenkabel bei der Naht mit Sicht von Seiten des Subakromialraumes nicht dargestellt ist. Daher ist man bei der Durchstechung unter Sicht von subakromial auf Abschätzungen angewiesen, um die Lage des Kabels behelfsmäßig, bspw. in Relation zu einer virtuellen Halbierungslinie zwischen Sehnenende und muskulotendinösem Übergang zu beurteilen [88]. Im Vergleich hierzu erlaubt unsere Methode mit einer schrittweisen Durchstechung unter Sicht von intraartikulär eine deutlich genauere Nahttechnik. Zudem ist insbesondere bei Partialrupturen und kleinen Rissen die möglichst weitflächige und gleichzeitig die Sehnen-schenkel schonende Fräsung des Footprint unter der zusätzlichen intra-artikulären Sicht vglw. präzise durchführbar (Abb. 2).

Die Naht von Partialrupturen erfolgt vielerorts nicht unter Sicht von

subakromial und v.a. intraartikulär, die eine schonende transtendinöse Platzierung der Anker sowie Naht erlaubt, sondern überwiegend mit Sicht von subakromial sowie einer routinemäßigen Kompletterung bzw. Konversion der Partialruptur in eine Totalruptur. Dabei erfolgt anstelle einer schonenden Schlitzung im Faserverlauf eine Resektion der störenden Sehnenanteile mit einem Weichteilshaver, was letztlich mit einer Vergrößerung der Rupturzone einhergeht. Letztlich zeigen aber beide Methoden gute Ergebnisse. So zeigen 2 systematische Reviewartikel für beide Techniken gute Ergebnisse und keine signifikanten Unterschiede [5; 55]. Hingegen zeigt eine aktuelle vglw. große Metaanalyse, für die transtendinösen Techniken im Vergleich zu den Techniken, die mit einer Kompletterung der Ruptur einhergehen, im Langzeit-Outcome signifikant bessere Scorings sowie signifikant niedrigere Reoperationsraten [73].

Wir bevorzugen die etwas schonenderen transtendinösen Techniken, v.a. weil wir bspw. bei den Möglichkeiten den Footprint anzufrischen, der Ankerplatzierung und der Naht letztlich keine Nachteile gegenüber den kompletierenden Techniken erkennen. Ein weiterer Vorteil der arthroskopischen Nahttechniken mit der zusätzlichen Sicht von intraartikulär ist, dass wichtige Kapselbandstrukturen, die Bicepssehne usw., die explizit nicht verzogen oder gar eingenäht werden sollten, während der Naht unter intraartikulärer Sicht sicher geschont werden können (Abb. 2). Gelegentlich werden auch Verwachsungen zu angrenzenden Kapselbandstrukturen erkennbar, welche dann einfach gelöst werden können. Dies reduziert biomechanische Probleme wie bspw. eine Überspannung der Naht, das Auftreten einer Schultersteife etc. In unserer klinischen Routine sehen wir bei Revisionen von postoperativ anhaltend symptomatischen oder steifen Schultern gelegentlich entsprechende Fehlplatzierungen einzelner Nähte, die sich dann in diversen Kapselbandstrukturen bspw. im Bereich des Pulley, der Bicepssehne oder vglw. lose am muskulotendinösen Übergang befinden. Solche Probleme sind mit den schonenden Techniken unter Sicht von intraartikulär äußerst ungewöhnlich.

An der Tuberositas finden sich im Bereich des Footprint bei Rotatorenmanschettenrissen signifikant häufig Knochenveränderungen wie Zysten und Sklerosen sowie Irregularitäten der Oberflächenkontur [9]. Knochenzysten unter dem Footprint werden bei partiellen Rissen in ca. einem Drittel und bei vollständigen Rupturen in immerhin über der Hälfte der Fälle beschrieben (Abb. 3b) [53]. Weitere Untersuchungen zeigen, dass hierbei nur die Zysten im vorderen Bereich des Tuberculum majus, also unter dem Ansatz des M. supraspinatus, mit entsprechenden Sehnenrupturen assoziiert waren [72, 83]. Ebenso werden entsprechende zystische Osteolysen auch nicht allzu selten bei der Verwendung von bioabsorbierbaren Knochenankern gesehen. Weitere Studien zeigen, dass die Häufigkeit für das Auftreten solcher Veränderungen stark von der chemischen Zusammensetzung des gewählten bioabsorbierbaren Ankers abhängen [34, 48]. Nachdem sich die entsprechend nachteiligen bioabsorbierbaren Anker unverändert auf dem Markt befinden, sollte die Auswahl der Nahtanker ausschließlich unter Kenntnis der entsprechenden Literatur erfolgen.

Letztlich gehen all diese Zysten mit einer schlechten Knochenqualität, einer erhöhten Porosität und reduzierten Vitalität des Knochens einher [1, 27]. Diese Voraussetzungen können nicht nur den stabilen Halt von Nahtankern, sondern auch die Einheilung der Sehne in den Knochen stören bzw. verhindern [21, 62, 75]. Um die Schwierigkeiten einer stabilen Ankereinbringung und reduzierten Einheilung sinnvoll zu adressieren, ist die arthroskopische, transossäre Manschettenrekonstruktion eine wertvolle Hilfe. Hier fixieren wir die Fäden nicht über ein- oder zweireihige Nahtanker, sondern über transossäre Bohrkanäle. Die transossären Bohrungen erfolgen hierbei sowohl im Bereich des medialen Footprint als auch außen am Tuberculum majus mit einem arthroskopischen Zielgerät. Dabei findet das Fadenmaterial in den Bohrkanälen im spongiösen und im kortikalen Knochen Halt. Die transossären Bohrungen erhöhen Studien zufolge den Blutfluss und die Vitalität des Knochens am

Footprint [77]. Ein weiterer Vorteil der arthroskopischen transossären Nahttechniken ist, dass durch die weniger voluminösen Bohrungen, im Vergleich zu den meist 4,0–6,5 mm dicken Anker, die Kontakt- und Heilfläche zwischen knöchernem Footprint und der aufgedruckten Sehne weniger verkleinern. Letztlich entsteht ja oberhalb des Knochenankers eine zunächst nicht vitale Knochenzone, die die Einheilungsfläche für die Sehne verkleinert. Betrachtet man die durchschnittliche maximale Länge und Breite der jeweiligen Sehnenansätze, die für den M. subscapularis 40 x 20 mm, den M. infraspinatus 29 x 19 mm, den M. supraspinatus ca. 23 x 16 mm und den M. teres minor 29 x 21 mm misst, dann ist bei einer Revision das Einbringen mehrerer weiterer Nahtanker durchaus relevant [14]. Daher haben transossäre Nahttechniken, insbesondere bei Revisionen, im Vergleich zu den ein- oder doppelreihigen Nahttechniken einen positiven Einfluss auf die Heil- bzw. Insertionsfläche der aufgedruckten Sehne. Auch bei den transossären Nahttechniken lassen sich, ähnlich wie bei den Ankertechniken, unterschiedliche bspw. eher bandförmige Nahtmaterialien sowie unterschiedliche, flächige Nahtkonfigurationen je nach Ausgangsbefund problemlos kombinieren (Abb. 1 l–n) [15]. Nachteil der transossären Nahttechniken ist die Gefahr eines Herausschneidens bzw. Cut-Out des Fadens am kortikalen Knochen v.a. außen am Tuberculum majus. Hat man bspw. während der Knochenbohrung das Gefühl, dass der Knochen hier sehr weich und dünn ist, so kann die laterale Kortikalis und der Bohrkanal zusätzlich mit einem Dübel verstärkt werden. Dies kann helfen, einen Cut-Out des Fadenmaterials zu vermeiden [22].

Aktuell werden biologische Augmentationstechniken zur Besserung der Heilungsprozesse wie bspw. PRP, mesenchymale Stammzellen, Zytokine, Wachstumsfaktoren etc. diskutiert. Positive biologische Effekte finden sich dabei bzgl. Angiogenese, Matrixproduktion, Zellmigration, Zellproliferation usw. Bspw. zeigt eine prospektiv-randomisierte Studie nach Rekonstruktion von Manschettenrupturen nach der Verabreichung von

PRP nach 3 Monaten gegenüber der Kontrollgruppe eine verbesserte Durchblutung an der Rekonstruktionszone und eine niedrigere Re-Ruptur-Rate als die Kontrollgruppe [57]. Ebenso zeigen mehrere Metaanalysen zu einer Vielzahl randomisierter Studien, dass das PRP im Kurzzeit- und auch im Langzeit-Follow-up das Outcome hinsichtlich Schulterfunktion und Schmerz und v.a. die Re-Ruptur-Raten im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant verbessert [64, 80, 84, 87]. Andererseits sind auch andere randomisierte Kurzzeit- und Langzeit-Follow-up-Studien zu nennen, die entsprechende klinische bzw. funktionelle Vorteile nach PRP-Gabe nicht nachweisen konnten [19, 61, 79]. Letztlich ist die Augmentation der Sehneneinheilung in den Knochen mittels PRP nach Rekonstruktion der Rotatorenmanschette in Anbetracht weiterhin relevanter Re-Ruptur-Raten von Interesse. Nachdem sich bisher viele gemischte Daten fanden, scheint sich die Evidenz für den Nutzen von PRP zur Augmentation einer Manschettenrekonstruktion anhand einiger aktueller Metaanalysen zunehmend zu erhärten.

Fazit

Zusammenfassend zeigen die arthroskopischen ankerbasierten und auch die ankerfreien, transossären Tech-

niken einer Manschettenrekonstruktion gegenüber offenen Verfahren einige Vorteile. Basierend auf vielen Weiterentwicklungen stellen die arthroskopischen, sowohl ein- als auch zweireihig durchgeführten ankerbasierten sowie transossären Manschettenrekonstruktionen in jedem Alter und bei den allermeisten Ausgangssituationen ein zuverlässiges Verfahren dar. Auch bei den Partialrupturen zeigt die schonend durchgeführte arthroskopische Naht klinisch ausgezeichnete Ergebnisse. In Fällen mit einer zystischen Knochenstruktur oder bspw. bei Revisionen mit vielen bereits einliegenden Ankern, aber auch in Normalsituationen, ist auch die transossäre arthroskopische Manschettenrekonstruktion eine sinnvolle Möglichkeit. Allerdings ist hier, im Vergleich zu den ankerbasierten Methoden, die Studienlage noch vglw. dünn. In Anbetracht weiterhin relevanter Re-Ruptur-Raten scheinen biologische Augmentationen, die die Vitalität und Heilungstendenz einer Rekonstruktion verbessern können durchaus von Interesse.

Interessenkonflikte:

Lars Victor von Engelhardt: Aufwandsentschädigungen für Vorträge und Instruktionenkurse von der Firma Corin und Fx-Solutions. Sponsoring durch die Firma Arthrex.

Jörg Jerosch: Aufwandsentschädigungen für Vorträge und Beraterhonorare von den Firmen Corin, Fx-Solutions und Implantcast.

Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:
www.online-oup.de



Foto: Landesklinikum Horn

Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. habil. Lars Victor
 Baron von Engelhardt**
 Fakultät für Gesundheit
 der Universität Witten/Herdecke
 Alfred-Herrhausen-Str. 50
 58455 Witten
 Abteilung für Unfallchirurgie,
 Landesklinikum Horn
 Spitalgasse 10
 A-3580 Horn
larsvictor@hotmail.de

USA-Reise-Stipendium 2022

Der vierwöchige Aufenthalt in den USA von unseren diesjährigen Stipendiaten **Janina Leiprecht & Lukas Heilmann** ist nun zu Ende gegangen.

Das Stipendium beinhaltet den Besuch der MAYO-Klinik in Rochester und des Hospital for Special Surgery in New York. Die Reise endete mit dem Besuch des AAOS-Kongresses vom 22. bis 26. März in Chicago.

Frau Leiprecht und Herr Heilmann werden uns bei der Eröffnungsveranstaltung der 70. VSOU-Jahrestagung über ihre Erfahrungen und Erlebnisse in den USA berichten.

Wir sind gespannt und freuen uns darauf!

Weitere Informationen über den Kongress finden sie über unsere **Kongress-App**.

Einfach SynopticCon über den App Store herunterladen, die 70. Jahrestagung der VSOU auswählen und schon sind alle Informationen verfügbar.

