

Abb. 11.18 Zweidimensionale Klassifikation der Supraspinatus-Partialrupturen nach Habermeyer.

- a** Longitudinale Ausdehnung in der parakoronaren Ebene. Typ 1: kleine Läsion am Übergang vom Knorpel zum Knochen; Typ 2: Ausdehnung der Läsion bis zur Mitte des Ansatzes; Typ 3: Ausdehnung der Läsion bis zum Tuberculum majus. (Meller R, Hawi N. Kombinierte Rupturen der Rotatorenmanschette. In: Frank J, Meier R [Hrsg]. Kurzgefasste Schulterchirurgie. Stuttgart: Thieme; 2019)
- b** Sagittale Ausdehnung in der transversalen Ebene. Typ A: Partiailläsion des lateralen Anteils des Lig. coracohumerale; Typ B: Isolierte Partiailläsion innerhalb der Crescent Zone; Typ C: Kombination aus Typ-A- und Typ-B-Läsion. (Meller R, Hawi N. Kombinierte Rupturen der Rotatorenmanschette. In: Frank J, Meier R [Hrsg]. Kurzgefasste Schulterchirurgie. Stuttgart: Thieme; 2019)

Tab. 11.3 Einteilung der Subskapularisläsionen.

| Typ | Fox und Romeo [35] | Lafosse [75] | French Arthroscopy Society (SFA) [128] |
|-----|---|---|---|
| 1 | Partiailläsion* | Partiailläsion des kranialen Sehnendrittels* | Partiailläsion mit intakter anteriorer Pulley-Schlinge* |
| 2 | Komplettläsion der oberen 25 % | Komplettläsion des kranialen Sehnendrittels | Partiailläsion mit Läsion der anterioren Pulley-Schlinge* |
| 3 | Komplettläsion der oberen 50 % | Komplettläsion der kranialen zwei Sehnendrittels | komplette Läsion mit kompletter Läsion der anterioren Pulley-Schlinge |
| 4 | Komplettläsion der Sehnen mit/ohne Retraktion | Komplettläsion der Sehne bei zentriertem Humeruskopf und fettiger Degeneration < Grad 3 | komplette Läsion mit komplett freiliegendem Footprint |
| 5 | - | Komplettläsion der Sehne bei dezentriertem Humeruskopf und fettiger Degeneration > Grad 4 | - |

* Partialrupturen

- **Typ 1** beschreibt eine Partiailläsion mit intaktem anterioren Pulley-System.
- **Typ 2** ist eine Partiailläsion in Kombination mit einer Partiailläsion des anterioren Pulley-Systems.
- Die **Typen 3 und 4** beschreiben transmurale Rupturen.

► **Sonderformen.** Als **PASTA-Läsion** (Partial Articular Supraspinatus Tendon Avulsion) beschreiben Snyder et al. 1991 eine artikulare Avulsionsverletzung der Supraspinatussehne [95].

Unter einer **PAINT-Läsion** (Partial-thickness articular Surface intratendinous Tear) versteht man eine Kombinationsverletzung aus artikulareitiger Partiailläsion mit Ausdehnung nach intratendinös. Auch bursaseitige Partiailläsionen mit intratendinöser Ausbreitung werden beschrieben [21] (► Abb. 11.19, ► Abb. 11.20).

Die **PABST-Läsion** (Partial anterior and bursal Supraspinatus Tendon) wurde erstmals 2012 durch Oh et al. beschrieben [101]. Sie ist durch ihre weit anterolaterale bursaseitige Lage charakterisiert und posterior der LBS lokalisiert. Sie befindet sich jedoch nicht in der kritischen avaskulären Zone.

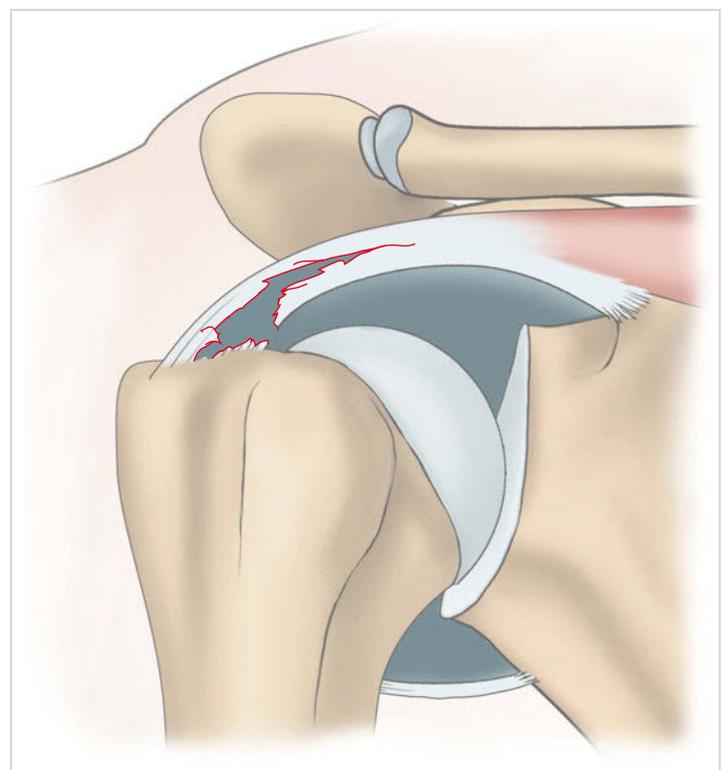


Abb. 11.19 PAINT-Läsion der Supraspinatussehne.



Abb. 11.20 PAINT-Läsion (Arthro-MRT).

11.2.3 Aspekte der konservativen versus operativen Versorgung

Der Zeitpunkt zum operativen Vorgehen ist schlecht definiert. Einigkeit besteht unter den Autoren, dass eine Partialruptur für 3–6 Monate konservativ therapiert werden sollte und dies häufig zum Erfolg führt [86]. Dies gilt insbesondere für degenerative Läsionen [6]. Beträgt die Symptombdauer weniger als 3 Monate, sind die Erfolgsaussichten hoch, liegt sie jedoch über einem Jahr, sind die Erfolgsaussichten eingeschränkt [102].

Indikationen für eine Operation sind fortbestehende Einschränkungen in Alltag, Beruf oder Sport. Weiterhin sprechen für eine **operative Versorgung** [82]:

- junges Patientenalter
- traumatische Genese
- höhergradiger Partialriss bei hohem Funktionsanspruch
- fortbestehende Schmerzen
- Schwäche bei frustraner konservativer Therapie

Es gibt Hinweise, dass bei traumatischer Genese eine frühe operative Intervention zu einem besseren Outcome führt [102].

Merke



Die beste Prognose für eine Einheilung der Sehne nach operativer Versorgung besteht beim jungen, aktiven Patienten ohne wesentliche Retraktion der rupturierten Sehnenanteile mit traumatischer Genese [51].

11.2.4 Möglichkeiten der konservativen Therapie

Die konservative Therapie sollte die Ätiologie der Partialruptur berücksichtigen. Bei Reizzuständen des Subakromialraums können zur Schmerzreduktion neben einer Vermeidung der auslösenden Bewegungen nichtsteroidale Antiphlogistika und physikalische Maßnahmen eingesetzt werden. Die Indikation zur lokalen Injektion von Steroiden sollte vor allem beim jungen Patienten zurückhaltend gestellt werden, da Steroide potenziell einen schädigenden Einfluss auf das Sehngewebe haben.

Physiotherapeutische Behandlungen mit dem Ziel der Wiederherstellung der freien aktiven und passiven Beweglichkeit, gefolgt von muskelkräftigenden Maßnahmen, schließen sich an.

Speziell die Funktion der anterioren Deltaanteile sollte verbessert werden, da in Studien eine erhöhte Aktivität dieses Muskels bei asymptomatischen Patienten mit Rotatorenmanschettenläsion nachgewiesen werden konnte [66], [122].

Beim **Überkopfsportler** sollte nach primärer Reduktion des Reizzustands ein posteriores superiores Impingement ausgeschlossen werden [113].

Die häufig verkürzten posterioren, inferioren Kapselstrukturen müssen unter Fixierung der Skapula aufgedehnt werden. Gegebenenfalls ist eine Umstellung der Überkopfbewegungen notwendig [25]. Danach erfolgt die Kräftigung der humeruskopfzentrierenden und skapulastabilisierenden Muskulatur.

Die Prognose einer konservativen Therapie bei bursaseitigen Partialrupturen ist eingeschränkt [38], [53].

11.2.5 Operative Techniken und praktische Aspekte

Mit Beginn der Schulterarthroskopie erhöhte sich die Anzahl der therapeutischen Verfahren zur Versorgung von Partialrupturen der Rotatorenmanschette. Ein allgemeingültiger Algorithmus zur Therapie von Partialrupturen, basierend auf einem hohen Evidenzniveau, existiert nicht. Hingegen finden sich zahlreiche Studien mit niedrigem Evidenzgrad [125].

Die meisten Operateure stimmen darin überein, dass ein operatives Vorgehen erfolgen sollte, wenn mehr als 50% des Footprints oder 6 mm betroffen sind [22], [94]. Die wissenschaftliche Grundlage für diese 50%-Regel ist jedoch begrenzt und in der praktischen Durchführung schwierig, da die mediolaterale Ausdehnung in verschiedenen Studien von 8 bis 22 mm variiert [24], [115].

Präoperativ kann die Risttiefe bei den häufigen artikulareitigen Partialrupturen durch ein MRT eingeschätzt werden. Intraoperativ kann zur Größenbestimmung ein Shaver, ein Tasthaken oder ein spezielles Messinstrument (Intraarticular Depth Guide) [16] verwendet werden.

Der früher durchgeführte *Stain Test* mit Indigokarmin oder Methylblau zum Anfärben von pathologisch verändertem Rotatorenmanschettengewebe ist verlassen worden.

Als **Operationstechniken** werden ein Debridement mit oder ohne Akromioplastik und rekonstruktive Eingriffe eingesetzt. Bei geringgradigen Partialrupturen (Typ Ellman 1 oder 2) kann ein Debridement, mit dem tangential zur Sehne gerichtete Shaver unter leichtem Druck durchgeführt werden [10]. Ob eine subakromiale Dekompression zusätzlich durchgeführt werden sollte,

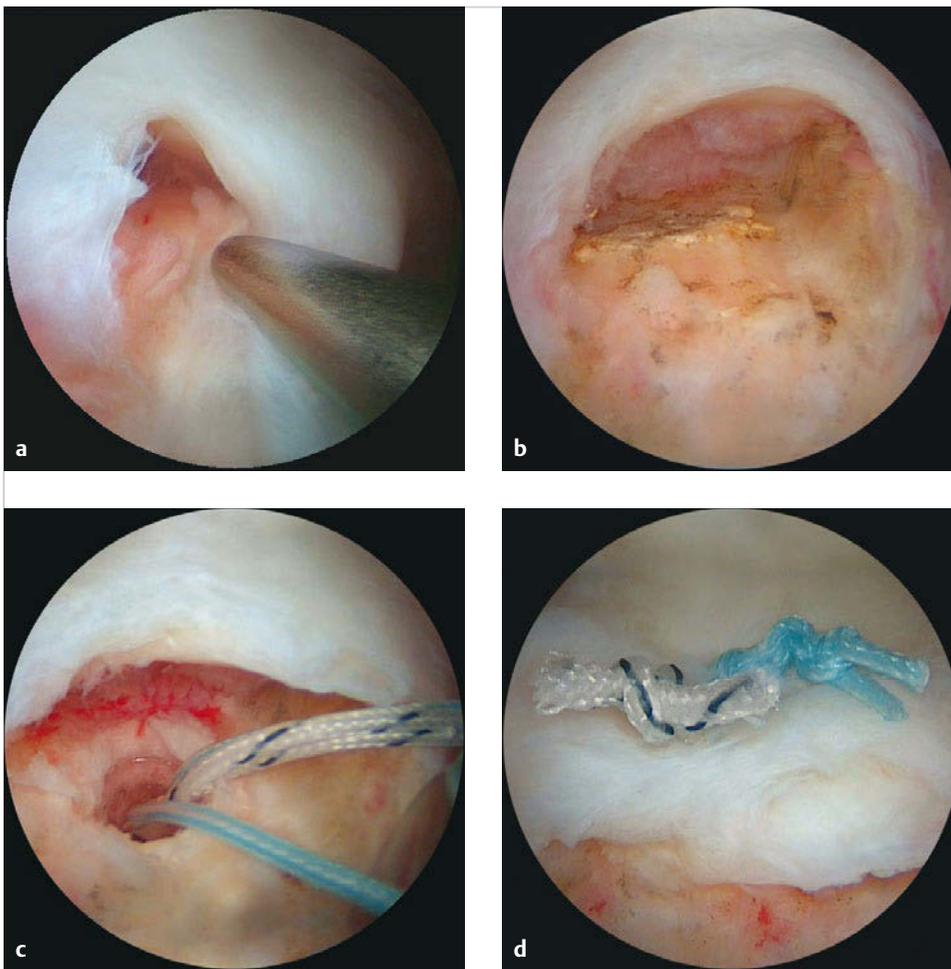


Abb. 11.21 Arthroskopische Versorgung einer bursseitigen Partialläsion.

- a Bursseitige Partialruptur.
- b Debridement und Anfrischen.
- c Ankerplatzierung.
- d Ergebnis nach Refixation.

wird kontrovers diskutiert. Höhergradige Partialrupturen (Typ Ellman 2B, 3A und 3B) haben schlechtere Resultate bei alleinigem Debridement und sollten daher mit einem rekonstruktiven Verfahren behandelt werden [22], [94].

Bursseitige Partialruptur

Es bestehen zwei Möglichkeiten der chirurgischen Versorgung von bursseitigen Partialrupturen (Typ Ellman 3B). In der Praxis entscheidet die Qualität des abgerissenen bursseitigen Gewebes über die Wahl des Verfahrens.

Bei guter Gewebequalität kann nach einem sparsamen Debridement der lateralen Anteile der rupturierten bursseitigen Schicht ein Single-Row-Repair durchgeführt werden. Nach oberflächlichem Debridement des Footprints und Einbringen eines Fadenankers werden die Fäden durch die bursseitige Schicht geschuttelt und verknotet. Um Stanzdefekte der Sehne hierbei möglichst gering zu halten, wird die Verwendung einer Nahtzange empfohlen. Hiermit kann im Regelfall eine nahezu spannungsfreie Refixation der oberflächlichen Schicht erreicht werden. Meist ist die Verwendung eines Ankers ausreichend (► Abb. 11.21a–d).

Bei unzureichender Qualität der Sehne wird die Partialruptur komplettiert und eine „klassische“ Sehnennaht in Single- oder Double-Row-Technik durchgeführt. Der Nachteil hierbei ist, dass der intakte intraartikuläre Anteil der Sehne geschädigt wird. Zudem kann es hierdurch zu einer Verkürzung der Sehne und daraus resultierend zu einer höheren Spannung auf die refixierte Sehne kommen [135].

Artikularseitige Partialruptur

Die Standardtechnik für symptomatische artikularseitige Rupturen, die größer als 50 % (Typ Ellman 3A) sind, ist die Komplettierung der Ruptur und anschließende Rekonstruktion der Sehne.

Eine **Sonderform** der Versorgung stellt die von Snyder et al. 2001 erstmalig beschriebene arthroskopische transtendinöse Versorgungstechnik intraartikulärer Partialrupturen dar [95]. In der Folgezeit erschienen weitere Techniken durch Lehman et al. [76] sowie Lo und Burkhart [81]. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass intaktes Gewebe erhalten werden kann. Bei dieser Technik wird primär der Defekt debridiert und das Ausmaß der Ruptur bestimmt. Der freiliegende Footprint wird von jeglichem Sehngewebe befreit. Beträgt der Defekt mehr als 50 % des Footprints und weist das verbleibende Sehngewebe eine gute Qualität auf, besteht die Indikation zum transtendinösen Repair.

Merke

Begleitpathologien, welche in der Literatur häufig beschrieben werden, sind auszuschließen und entsprechend zu adressieren.

Mit einer Kanüle wird der Eintrittswinkel für die Ankerplatzierung durch die Sehne bestimmt. Dieser sollte annähernd 45° betragen (Dead Man's Angle) [12]. Durch ein nach lateral überhängendes Akromion kann sich dies in seltenen Fällen schwierig gestalten oder gar unmöglich sein. Eine Komplettierung der Partialruptur mit anschließender arthroskopischer Naht der Sehne wird hierbei alternativ empfohlen. Entlang der eingebrachten Kanüle

erfolgt in Verlaufsrichtung der Sehne die Stichinzision. Über diese wird der Anker platziert. Erstreckt sich der Defekt in anteriorer-posteriorer Richtung über mehr als 1,5 cm, sollte ein weiterer Anker verwendet werden.

Die Fäden müssen nun durch die Sehne nach subakromial gestutelt werden. Zwei Verfahren sind hierbei möglich. Einerseits kann die Sehne von lateral mithilfe eines geraden Shuttle-Instrumentariums perforiert und die Fäden direkt nach subakromial ausgeleitet werden, andererseits kann beim indirekten Verfahren über eine 1er-Kanüle ein Shuttle-Faden von lateral durch die Sehne in das Gelenk eingebracht werden. Dieser Faden wird über ein anteriores Portal ausgeleitet. Der primär nach ventral ausgeführte Faden des Ankers wird über diesen Shuttle-Faden durch Zurückziehen nach subakromial geführt. Dies wird nacheinander mit allen Fäden wiederholt.

Durch die **indirekte Technik** wird der Stanzdefekt durch die intakte Sehne minimiert. Anschließend werden die Fäden subakromial aufgesucht und verknotet. Eine abschließende intraartikuläre Befundkontrolle mit Überprüfung der Stabilität durch einen Tasthaken oder Wechselstab beendet den Eingriff (► Abb. 11.22, ► Abb. 11.23a–h).

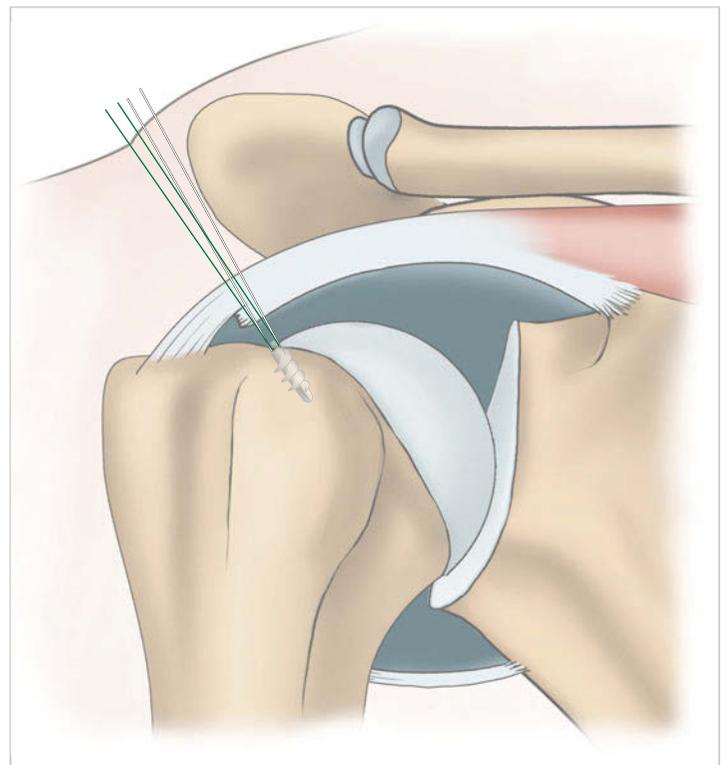


Abb. 11.22 PASTA-Repair.

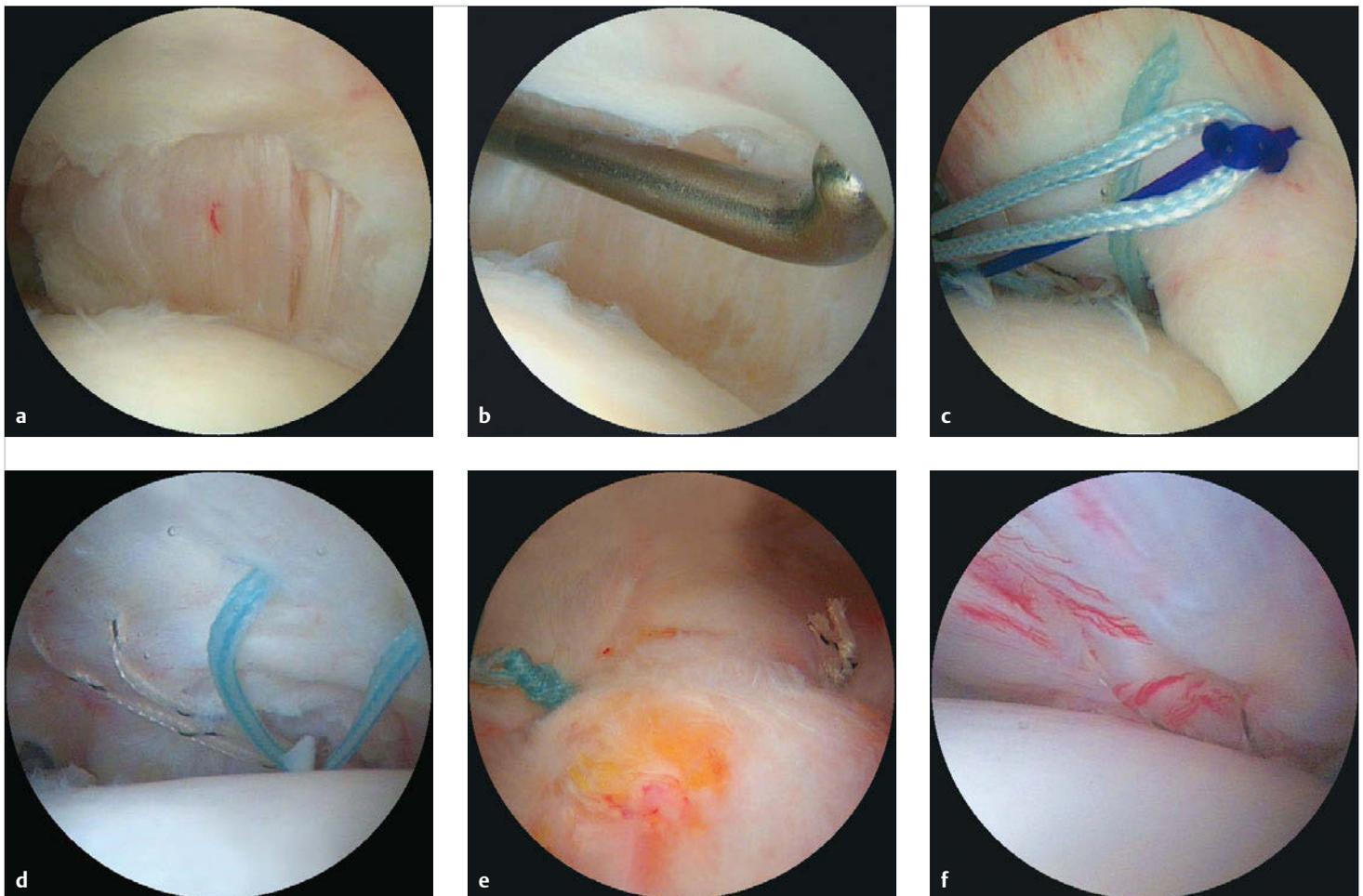


Abb. 11.23 Arthroskopische Versorgung einer PASTA-Läsion.

- a Artikuläre Partiaalläsion.
- b Bestimmung der Rupturgröße.
- c Shutteln der Fäden nach subakromial.
- d Durchgezogene und vorgelegte Fäden.
- e Nach Refixation (Blick von subakromial).
- f Nach Refixation (Blick von intraartikulär).

Das entstandene Konstrukt ist nach Duralde et al. mit einem Double-Row-Repair vergleichbar. In biomechanischen Untersuchungen konnte sogar nachgewiesen werden, dass ein trans-tendinöser Repair in Bezug auf Ausrisskraft und Gap-Formation dem Double-Row-Repair überlegen ist [30].

Intratendinöse Partialruptur

Intratendinöse Partialrupturen sind definiert als Partialrupturen der Sehne ohne Verletzung der artikulär- und burseseitigen Schicht. Sie sind schwer zu identifizieren und zu versorgen. Hamada et al. empfehlen zur Versorgung eine Technik mit durchgreifenden Nähten nach zuvor durchgeführtem Debridement [52].

Als Erstbeschreiber einer arthroskopischen Technik von intratendinösen Partialrupturen der Supraspinatussehne gelten Lo und Burkhart [81]. Nach Ausschluss einer intraartikulären Läsion und einem Debridement zur Darstellung der burseseitigen Schicht kann durch Injektion einer geringen Menge Kochsalzlösung in das zuvor mit dem Tasthaken identifizierte „weiche“ Areal eine Auftreibung der Sehne (Bubble-Sign) [80] erzeugt und die intratendinöse Läsion lokalisiert werden. In diesem Bereich wird die Sehne am lateralen Rand des Defekts längs gespalten und insuffizientes Sehngewebe mit dem Shaver débridiert. Mittels Fadenankertechnik kann anschließend die Sehne refixiert werden (► Abb. 11.24).

Partiellläsionen der Subskapularissehne

Die komplette Darstellung der Insertionszone der Sehne des M. subscapularis ist aufgrund der komplexen Anatomie schwierig [117]. Der gesamte Footprint der Sehne des M. subscapularis kann vom dorsalen Standardportal nur mit einer 70° Winkeloptik eingesehen werden.

Praxistipp

Zur besseren Darstellung des Ansatzes der Subskapularissehne mit der 30°-Standard-Winkeloptik sollte der Arm in Elevation und Innenrotation gebracht werden [28], [75].

Liegt eine Luxation oder Subluxation der langen Bizepssehne nach medial vor, ist eine Läsion der Sehne des M. subscapularis durchweg vorhanden. Der Umkehrschluss dieser Aussage ist nicht korrekt, da es Läsionen der Subskapularissehne ohne Läsionen des Pulley-Systems und der langen Bizepssehne gibt [72]. Finden sich daher klinische Zeichen einer Läsion der Sehne des M. subscapularis, müssen auch bei intakten superioren Sehnenanteilen und intaktem Pulley-System Läsionen der unteren Abschnitte der Sehne ausgeschlossen werden [74].

Freiliegende Anteile des Footprint sind beweisend für eine Partial- bzw. komplette Ruptur [28].

Es ist nicht eindeutig geklärt, ab welcher Rupturgröße eine Rekonstruktion der Sehne erfolgen sollte. Bei kleinen Partialrupturen bis 20% wird ein Debridement empfohlen, da im Verlauf eine deutliche Besserung der klinischen Situation nachgewiesen werden konnte [65].

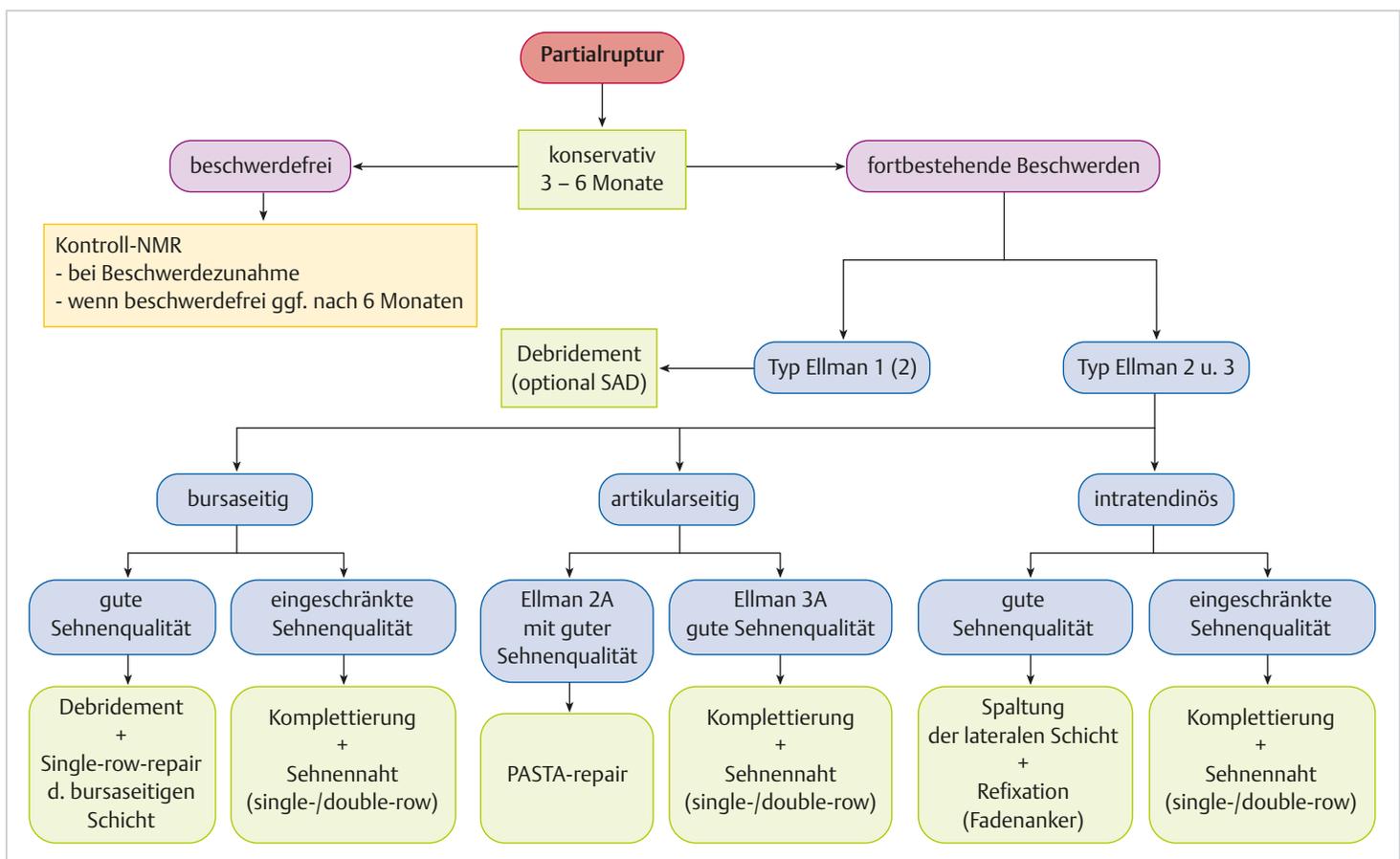


Abb. 11.24 Therapie bei symptomatischen Partialrupturen der Supra- und Infraspinatussehne. Fließende Übergänge sind möglich.

Vorsicht

Um artikularseitige Partiailläsionen nicht zu übersehen, sollte vor jeder offenen Rekonstruktion von anterosuperioren Rotatorenmanschettenläsionen eine diagnostische Arthroskopie erfolgen [64].

Die Technik der arthroskopischen Versorgung wurde erstmals 2002 durch Burkhart und Tehrany beschrieben [13]. Voraussetzung für die arthroskopische Versorgung von Läsionen der Subskapularissehne ist ein rasches und zielorientiertes Vorgehen im subkorakoidalen Raum, da es durch das obligate Eröffnen des Rotatorenintervalls hier teilweise zu einem ausgedehnten Flüssigkeitsaustritt kommen kann. Die hieraus resultierende, zum Teil ausgeprägte Weichteilschwellung kann in manchen Fällen eine arthroskopische Versorgung behindern und teilweise den Umstieg auf eine offene Technik erfordern.

Über das eröffnete Rotatorenintervall können Adhäsionen gelöst und ein anteriores, superiores und posteriores Release der Subskapularissehne durchgeführt werden.

Insbesondere beim anterioren Release zwischen Unterseite des Processus coracoideus und der Vorderseite der Subskapularissehne ist zur Vermeidung von Verletzungen der neurovaskulären Strukturen ein vorsichtiges Vorgehen Voraussetzung. In Abhängigkeit von der Weite des subkorakoidalen Raumes (<7 mm) kann eine Korakoidplastik notwendig sein. Im Anschluss wird der Footprint im Bereich des Tuberculum minus von Narbengewebe befreit und angefrischt. In Fadenankertechnik wird analog der Supraspinatussehne die Refixation der Subskapularissehne durchgeführt. Je nach Ausdehnung der Läsion wird eine Single-

Row- bzw. Double-Row-Technik empfohlen, wobei im Falle einer zusätzlichen Tenodese der LBS ein doppelt armierter Fadenanker – zum einen für die Tenodese, zum anderen für die Refixation der Subskapularissehne – verwendet werden kann [28] (► Abb. 11.25a–d).

Inwieweit Subskapularissehnen-Partialrupturen bei anterosuperioren Rotatorenmanschettenläsionen mitversorgt werden müssen, ist nicht abschließend geklärt. Befürworter der Refixation der Subskapularissehne begründen dies mit einer verminderten Zugbelastung auf die rekonstruierte Supraspinatussehne [127].

11.2.6 Postoperative Nachbehandlung

Das Nachbehandlungsschema richtet sich nach dem erfolgten Eingriff und wird dem Patienten angepasst. Die Empfehlungen für die unterschiedlichen Nachbehandlungsprotokolle basieren eher auf klinischer Erfahrung und Expertenmeinung als auf einer gesicherten wissenschaftlichen Grundlage [27].

Die frühfunktionelle Nachbehandlung mit Reduktion des Reizzustands sowie die zügige Wiederherstellung der freien aktiven und passiven Beweglichkeit stehen im Vordergrund der postoperativen Rehabilitation bei nichtrekonstruktiven Eingriffen. Es folgen dosierte Kräftigungsübungen zur Wiederherstellung des Kräftegleichgewichts (Force-Couple). Die Freigabe zur Vollbelastung richtet sich individuell nach den Fortschritten des Patienten während der Nachbehandlung und der Belastungssituation im Alltag, insbesondere im Beruf.

Bei rekonstruktiven Eingriffen bestehen in der **Nachbehandlung 2 entgegengesetzte Ziele:**

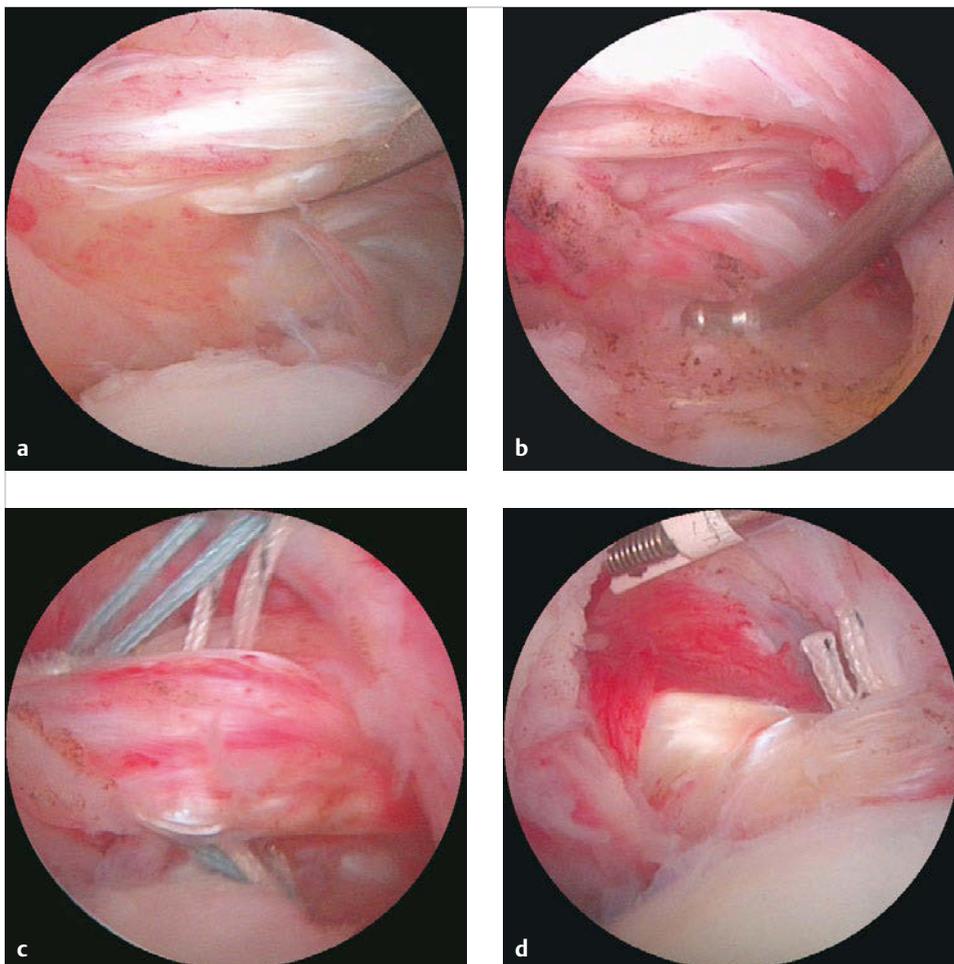


Abb. 11.25 Arthroskopische Versorgung einer SSC-Partiailläsion.

- a Artikularseitige SSC-Partialruptur.
- b Bestimmung der Rupturgröße.
- c Vorlegen von Matratzennähten.
- d Nach der Refixation.

- Zum einen muss der natürliche Heilungsverlauf der Rotatorenmanschettenrekonstruktion respektiert werden, um das primär noch fragile Konstrukt nicht zu gefährden.
- Zum anderen dürfen Beweglichkeit und Kraftentwicklung nicht vernachlässigt werden.

Kritische Faktoren, die nicht beeinflussbar sind:

- Alter des Patienten
- Größe und Konfiguration der Ruptur
- Qualität des Sehngewebes

Die Art der Ruhigstellung, der zeitliche Verlauf der aufeinanderfolgenden Therapieabschnitte und auch eine adäquate Schmerztherapie sind hingegen beeinflussbar und sollten daher Berücksichtigung bei der Erstellung eines Nachbehandlungsschemas finden.

Histologische und biomechanische Grundlagen

In histologischen Studien konnten **3 Phasen der Heilung** nach Rekonstruktion der Rotatorenmanschette nachgewiesen werden [49]. Die Kenntnis über deren zeitlichen Ablauf und deren biochemische und histologische Grundlagen sind von enormer Bedeutung im Rahmen der Nachbehandlung von Rotatorenmanschetten-Rekonstruktionen.

In der **primären Phase** (1. Woche) treten Entzündungszellen auf. Es folgt das Einwandern von Thrombozyten und Fibroblasten. Diese proliferieren über die nächsten 2–3 Wochen. Wachstumsfaktoren regulieren die Bildung von Kollagen Typ 3, welches im Rahmen eines Remodellings in Kollagen Typ 1 umgebildet wird (3.–4. Woche). Hierbei kann nach 10 Tagen der maximale Anstieg von Kollagenbildung und Wachstumsfaktoren und eine Plateaubildung zwischen dem 28. und 56. Tag beobachtet werden [15], [42].

Leichte, dosierte Kräftigung in dieser Zeit führt zur Ausrichtung der Kollagenfasern und wachsender Zugfestigkeit der Sehnenbahn [15], [78]. Frühe passive Bewegungen beeinflussen diesen Vorgang nicht [109].

In Tierversuchen wurde gezeigt, dass die Belastbarkeit der rekonstruierten Sehne innerhalb der ersten 6 Wochen sehr gering ist [130]. Die vollständige Zugfestigkeit für dieses Gewebe ist frühestens nach 12–16 Wochen erreicht [15], [78]. Die Zugbelastung der Sehne wird mit 100 N/mm angegeben. Die Belastbarkeit bezüglich Druck- und Scherkräften ist jedoch deutlich geringer [112]. Erst nach 24 Wochen ist eine Umbildung zum normalen Knochen-Sehnen-Konstrukt zu beobachten [73].

In der tierexperimentellen Studie von Gerber et al. betrug die Ausrisskraft der Infraspinatussehne nach 6 Wochen ca. 30 %, nach 3 Monaten 52 % und nach 6 Monaten 81 % im Verhältnis zu einer gesunden Sehne [46].

Merke



Das Auftreten von Rerupturen wird vor allem in den ersten 3 Monaten beschrieben, selten danach [67].

Immobilisation versus Bewegung

Rathbun et al. konnten zeigen, dass in Adduktion und Innenrotation des Armes eine lokale Minderperfusion der ansatznahen Sehnenanteile zu beobachten ist. In 90°-Abduktion konnte hingegen eine suffiziente Perfusion nachgewiesen werden [111]. Eine Immobilisation in abduzierter Position reduziert den Zug auf die Sehne, führt zudem zu einer verbesserten Ausrichtung der Kollagenfasern und verbessert die viskoelastischen Eigenschaften der Sehne im Vergleich zu einer sofort begonnenen Übungsbehandlung [126].

Die **Dauer der Immobilisation** wird kontrovers diskutiert. Obwohl häufig eine frühe passive Beübung mit dem geringeren Auftreten einer postoperativen Bewegungseinschränkung in Verbindung gebracht wird, zeigen zahlreiche neuere Studien, dass eine verlängerte Ruhigstellung langfristig nicht mit dem erhöhten Auftreten einer postoperativen Bewegungseinschränkung einhergeht [23], [108]. Der Trend zu einer höheren Einheilungsquote der Sehne wird beschrieben [132]. Millett et al. schildern eine positive Korrelation zwischen einer primären Bewegungseinschränkung und der Einheilung der Sehne, wobei eine Bewegungseinschränkung als Komplikation, eine nicht eingehheilte Sehne als Versagen des Verfahrens anzusehen ist [132].

Risikofaktoren für das Auftreten einer postoperativen Schultersteife sind u. a.:

- kleine Sehnenrisse
- PASTA-Läsionen
- Alter unter 50 Jahre

Die Inzidenz für das Auftreten liegt bei arthroskopischer Rotatorenmanschettenrefixation in der Studie von Burkhart et al. bei 4,9 % [55].

Im Rahmen einer prospektiven, randomisierten Multicenterstudie wurde bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette ein schnelleres Erreichen einer aktiven Abduktion von 90° bei Einsatz von CPM-Bewegungsschienen in Kombination mit Physiotherapie im Vergleich zu alleiniger Physiotherapie nachgewiesen [90]. Zudem wurden verringerte Schmerzen und eine reduzierte Zeit der Arbeitsunfähigkeit beobachtet. Weitere Studien sehen jedoch keinen Unterschied im Vergleich mit ausschließlich passiven Bewegungsübungen [43].

Bewegungsübungen im Wasser können das Standardnachbehandlungsprogramm ergänzen. Sie werden vom Patienten meist als angenehm empfunden. Ein wissenschaftlicher Nutzen ist nicht nachgewiesen [8].

Schmerztherapie und Kryotherapie

Direkt postoperativ durchgeführte **Kryotherapie** reduziert die Schmerzen und steigert die Patientenzufriedenheit [123]. Speer et al. konnten hierbei am 1. postoperativen Tag eine Absenkung der Temperatur sowohl intraartikulär als auch subakromial mit einer reduzierten Aktivität von proteolytischen Enzymen nachweisen [103].

Die Anlage eines Interskalenuskatheters wird als Goldstandard in der multimodalen postoperativen **Schmerztherapie** angesehen [37]. Eine Liegedauer des Katheters über 48 Stunden sowie eine nicht durchgeführte Antibiotikaphylaxe gelten als **Risikofaktoren für eine Katheterinfektion** [14].

Die intraartikuläre und subakromiale Gabe eines Lokalanästhetikums hat, verglichen mit einem Placebo, nur eine marginal bessere Wirkung. Zudem besteht ein erhöhtes Risiko für Chondrolysen, insbesondere bei längerer Gabe für Bupivacain [37].

Zahlreiche Studien lassen darauf schließen, dass COX1- und COX2-Hemmer einen negativen Effekt auf die Sehnen- und Knochenheilung haben [100]. Sie sollten daher nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden. Ebenso sollten Kortikosteroide sowohl direkt präoperativ als auch in der primären postoperativen Phase nicht verabreicht werden, da sie zu einer Schwächung der Sehne führen können [91].

Praktische Durchführung der Nachbehandlung

Die **primäre Phase** (1.–6. Woche) dient der Einheilung. In dieser Zeit erfolgt die Ruhigstellung mittels Schulterabduktionsorthese. Über einen Zeitraum von 48 Stunden hat sich der Interskalenuskatheter sowie die lokale Kryotherapie bewährt. Zur weiteren Schmerztherapie sind COX1- und COX-2-Hemmer mit Vorsicht einzusetzen. Ab der 2. postoperativen Woche schließen sich passive Bewegungsübungen im schmerzfreien Intervall an. Sie können durch den Einsatz einer CPM-Schiene unterstützt werden.

In der **2. Phase** (7.–12. Woche) sollte aus histologischer Sicht die Entzündungs- und Reparaturphase abgeschlossen sein und das Remodelling begonnen haben. Ziel in dieser Zeit ist die Wiederherstellung der freien aktiven und passiven Beweglichkeit. Kräftigungsübungen dürfen nicht durchgeführt werden.

Zu Beginn der **3. Phase** (ab der 13. Woche) sollte die freie aktive Beweglichkeit erreicht sein. Dyskinesien der Skapula sollten nicht vorliegen. Dosierte Kräftigung kann erfolgen. Erweiterte Kräftigungsübungen dürfen nach Abschluss der Remodelling-Phase, typischerweise nach 12–16 Wochen, begonnen werden. Verglichen mit den frühen Phasen besitzt das Sehnenkonstrukt nun die Fähigkeit, höhere Kraftbelastungen zu tolerieren.

Die **Rückkehr zum Sport** erfolgt in der Regel nach 5–6 Monaten. Voraussetzung ist eine annähernd seitengleiche Beweglichkeit und Kraft sowie ein normaler skapulothorakaler Rhythmus. Der Patient sollte sowohl in Ruhe als auch unter Belastung schmerzfrei sein (► Abb. 11.26).

Der **zeitliche Ablauf** der postoperativen Nachbehandlung nach erfolgter Rekonstruktion von Partial- oder transmuralen Rupturen unterscheidet sich in den meisten Studien nicht. Einzelne Autoren führen ein beschleunigtes Nachbehandlungsschema durch [18].

Im Falle einer Mitbeteiligung der Subskapularissehne (isoliert oder in Kombination mit einer Läsion der Supraspinatussehne) wird von einigen Autoren ein geringerer Abspreizwinkel der Schulterabduktionsorthese empfohlen. Ziel ist eine verminderte Zugbelastung, vor allem auf die unteren Anteile der rekonstruierten Subskapularissehne. Aus diesem Grund wird bei einer Mitbeteiligung der Subskapularissehne meist auf die Verwendung einer CPM-Schiene verzichtet.

| | | |
|-----------------------|---------------------------------|---|
| OP | | |
| | Phase 1 Einheilung | <u>für 48 Stunden:</u> Interskalenuskatheter Kryotherapie <u>ab 2. Woche:</u> passive Physiotherapie CPM-Schiene |
| ab 7. Woche | Phase 2 Beweglichkeit | Wiederherstellung der freien aktiven und passiven Beweglichkeit |
| ab 13. Woche | Phase 3 Kräftigung | Kräftigungsübungen |
| Abschluss 5. Monat | | return to sports |

Abb. 11.26 Ziele der Nachbehandlung.

11.2.7 Ergebnisse und Komplikationen konservativer und operativer Therapiemaßnahmen

Die kurzfristigen Nachuntersuchungsergebnisse nach Debridement mit und ohne Akromioplastik zeigen gute Ergebnisse [41], [44], [116], [124]. Studien mit längerem Follow-up zeigen jedoch bei Partialrupturen schlechtere klinische Ergebnisse.

So konnten Budoff et al. 1998 nach durchschnittlich 9,5 Jahren nach Debridement von Partialrupturen im UCLA-Score 79% gute und sehr gute klinische Resultate erzielen [9]. Zum Zeitpunkt der Operation betrug das Durchschnittsalter der Patienten 46 Jahre. In der Untergruppe mit einer Läsion der Sehne > 50% wurden jedoch nur in 54% der Fälle sehr gute und gute Ergebnisse erzielt. Einschränkend muss festgestellt werden, dass in dieser Studie mehr als die Hälfte der Patienten nicht klinisch nachuntersucht, sondern lediglich telefonisch befragt wurde.

In der Studie von Cordasco et al. zeigten Patienten mit einer Partiaalläsion (Typ Ellman 2B) signifikant schlechtere klinische Ergebnisse [22]. Die Autoren folgern daraus, dass diese Patienten vermutlich besser mit einer Naht versorgt gewesen wären.

Durch eine alleinige subakromiale Dekompression kann eine Progression der intrinsischen Rotatorenmanschettenpathologie nicht aufgehalten werden. So wurde in einer Untersuchung von Kartus et al. bei 9 von 26 Patienten mit einer Partiaalläsion (Typ Ellman 2) nach durchschnittlich 101 Monaten nach Debridement und subakromialer Dekompression der Übergang in eine transmurale Läsion diagnostiziert [63].

Den Spontanverlauf von symptomatischen partiellen und transmuralen Rupturen untersuchten Kim et al. in einer NMR-Studie. Über einen Nachuntersuchungszeitraum von 6–100 Monaten konnte eine Größenzunahme der Ruptur in 41,8% nach-

gewiesen werden. Der verlässlichste Risikofaktor für ein Fortschreiten der Rupturgröße scheint die vollschichtige Läsion zu sein. Eine Zunahme der Rissgröße konnte bei transmuralen Rupturen in 82,4%, bei Partialrupturen in 26,1% nachgewiesen werden. In dieser Studie wurde eine konstante Größe der Ruptur im zeitlichen Verlauf in 53,3%, eine Abnahme der Rissgröße in 4,9% beobachtet [68].

Dies wird in einer Studie von Mall et al. bestätigt. Er beschreibt bei primär asymptomatischen Patienten zum Zeitpunkt des Auftretens von Schmerzen in 40% der Fälle den Übergang einer Partialläsion in eine transmurale Ruptur [85].

In 3 Studien wurden die Ergebnisse eines Debridements mit und ohne subakromiale Dekompression bei intraartikulären im Vergleich zu bursaseitigen Partialrupturen untersucht [22], [63], [105]. Die Rissgröße betrug weniger als 50%. In den klinischen Resultaten konnten Kartus et al. keinen Unterschied feststellen. Cordasco et al. wiesen schlechtere klinische Ergebnisse bei bursaseitigen Partialrupturen nach.

Weber et al. untersuchten in einer nicht randomisierten Studie Partialläsionen (Typ Ellman 3A und 3B). Er verglich hierbei ein Debridement mit einer Refixation in Mini-open-Technik [133]. In beiden Verfahren wurde eine subakromiale Dekompression durchgeführt. Patienten mit einer rekonstruktiven Versorgung waren im UCLA-Score signifikant besser. Speziell die Gruppe der bursaseitigen Gruppe profitierte am meisten.

Zusammenfassend wird die Indikation für eine Refixation von Partialrupturen kontrovers diskutiert, jedoch legt die Literatur nahe, dass Läsionen >50% bessere Resultate durch eine rekonstruktive Versorgung zeigen. Dies trifft insbesondere für bursaseitige Partialrupturen zu.

Eine Vielzahl von retrospektiven Studien mit überwiegend niedriger Fallzahl befassen sich mit den Ergebnissen von operativ versorgten Partialrupturen in transtendinöser Technik [17], [18], [30], [56]. In einer Übersichtsarbeit von Jordan et al. finden sich weitere Studien zu dieser Technik [60]. Alle Studien beschreiben signifikante Anstiege in den klinischen Scores. Durch unterschiedliche Scores (Constant Score, ASES, UCLA), die in den Studien angewandt wurden, ist eine Vergleichbarkeit jedoch nur eingeschränkt möglich.

Duralde et al. beschreiben eine hohe Inzidenz von additiv versorgten Begleitpathologien, wodurch ein direkter Vergleich der Studienergebnisse zusätzlich erschwert wird [30].

Castagna et al. berichten über ein gehäuftes Auftreten von persistierenden bewegungsabhängigen Schmerzen (41%) [17]. Diese traten vor allem in der endgradigen Innenrotation und Abduktion auf.

Es existiert keine allgemeingültige Regel, wann eine intratendinöse Ruptur zu versorgen ist. In einer arthroskopischen Studie von Park et al. mit 30 nachuntersuchten Patienten konnte 56 Monate postoperativ ein deutlicher Anstieg im ASES-Score von 51 auf 91 Punkte nachgewiesen werden [106]. Ähnliche Ergebnisse erreichten Uchiyama et al. in einer Studie mit 19 nachuntersuchten Patienten nach durchschnittlich 92 Monaten. In offener Refixationstechnik wurde der ASES-Score von 37 auf 91 Punkte gesteigert [131].

In mehreren arthroskopischen Studien, in denen eine Supraspinatussehnen-Partialruptur in eine Komplettruptur überführt wurde und eine arthroskopische Naht erfolgte, zeigten sich in allen Studien signifikante Anstiege in den klinischen Scores [29], [59], [62], [110].

In der Studie von Kamath et al. wurden 11 Monate postoperativ bei 37 von 42 Schultern (88%) nach arthroskopischer Naht eine intakte Rotatorenmanschette sonografisch dargestellt [62]. Für die hohe Einheilungsquote wird das junge Patientenalter und die umschriebene Rissgröße verantwortlich gemacht. Weiterhin ist die Sehnedegeneration meist nur auf ein kleines Areal beschränkt. Auch die Studie von Iyengar et al. zeigt bei 22 Partialrupturen gute Resultate in den klinischen Scores [59]. Jedoch wurde in den postoperativen kernspintomografischen Aufnahmen in einem Fall eine transmurale Ruptur und in 3 weiteren Fällen eine nahezu komplette Ruptur diagnostiziert. Weiterhin wurden 5 Partialrupturen beschrieben.

Allerdings existieren nur 3 Level-II-Studien mit Bildgebung, die die transtendinöse Technik mit der Komplettierung der Ruptur und anschließender Naht vergleichen [36], [120], [71]. In allen 3 Studien zeigt sich ein signifikanter Anstieg im ASES- und Constant-Score. Die Reruptur-Raten schwanken in der transtendinösen Technik zwischen 0–8,3% und in der Gruppe mit Komplettierung der Ruptur und anschließender Naht zwischen 3,6–15,6% [36], [120], [71]. Eine, in der Studie von Shin in der transtendinösen Technik beschriebene, verzögerte Schmerzbefreiung 3 Monate postoperativ, konnte von Kim nicht bestätigt werden [120], [71]. Die Wiederaufnahme des Freizeitsports auf demselben Niveau gelang in 71% der Fälle ohne signifikante Differenzen [36].

Intraartikuläre und bursaseitige Partialrupturen wurden von Kim et al. 2013 verglichen. Die Partialrupturen wurden in eine transmurale Ruptur überführt und mit einer Suture-Bridge-Technik versorgt. Im ASES, UCLA- und Constant Score zeigten sich signifikante Anstiege in beiden Gruppen. Im postoperativen Ergebnis konnte zwischen den rekonstruierten articular- und bursaseitigen Partialrupturen kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden [69].

3 Studien zeigen eine erhöhte Rerupturrate nach Versorgung von bursaseitigen Partialrupturen im Vergleich zur Refixation von artikulareitigen Partialrupturen der Supraspinatussehne. Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant [19], [62], [69].

Eine seltene Unterform stellt die intratendinöse Partialruptur dar. Hierzu existiert keine allgemeingültige Regel, wann diese zu versorgen ist. In einer arthroskopischen Studie von Park et al. mit 30 nachuntersuchten Patienten konnte 56 Monate postoperativ ein deutlicher Anstieg im ASES-Score von 51 auf 91 Punkte nachgewiesen werden [106]. Ähnliche Ergebnisse erreichten Uchiyama et al. in seiner Studie mit 19 nachuntersuchten Patienten nach durchschnittlich 92 Monaten. In offener Refixationstechnik wurde der ASES-Score von 37 auf 91 Punkte gesteigert [131].

Durch die Versorgung isolierter traumatischer sowie degenerativer Subskapularissehnenpartialrupturen können gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Hierbei entsprechen die Ergebnisse nach arthroskopischer Versorgung denen nach offener Refixation bei den Vorteilen der minimalinvasiven Chirurgie [57]. Es gibt nur wenige Studien, welche die biomechanische Rolle von Partialrupturen der Subskapularissehne untersucht haben.

Eine isolierte partielle Ruptur der Subskapularissehne erhöht die Außenrotation und verändert die Kinematik des Glenohumeralgelenks. Bei zusätzlicher Läsion der Supraspinatussehne werden diese Effekte verstärkt. Sie können durch eine Versorgung der Supraspinatussehne teilweise korrigiert werden. Das Niveau einer gesunden Sehne wird jedoch nicht erreicht. Eine zusätzliche Versorgung der Subskapularissehnen-Partialruptur beeinflusst

die Außenrotation und glenohumerale Kinematik nicht [136]. In einer biomechanischen Studie konnten Marquardt et al. zeigen, dass artikulare Partialrupturen der Subskapularissehne zu einer vermehrten glenohumeralen Translation führen. Dies geschieht vor allem in mittleren Armstellungen (Midrange of glenohumeral Motion) [88]. Eine Studie von Yoo et al. konnte diesen Effekt nicht bestätigen [136].

Die transtendinöse Technik für die Versorgung von Subskapularissehnen-Partialrupturen ist verbreitet. Zahlreiche Studien konnten die biomechanische Überlegenheit gegenüber der Kompletierung und anschließender Refixation zeigen. Bei transtendinöser Technik werden jedoch vermehrt postoperative Schultersteifen beobachtet. Kim et al. stellten im Vergleich eine signifikant eingeschränkte Außenrotationsfähigkeit nach transtendinöser Versorgung fest. Als Grund hierfür wird eine Raffung der noch intakten Sehne angenommen [17]. In der gleichen Studie konnte bei einem Follow-up von 2 Jahren kein Unterschied im klinischen Outcome nach transtendinöser Versorgung versus Kompletierung und anschließender Refixation bei Kombination von transmuraler Supraspinatussehnenruptur und Partialruptur der Subskapularissehne festgestellt werden [70]. Die Rerupturraten beider Gruppen zeigten keinen signifikanten Unterschied.

In einer Studie von Park et al. wurden transmurale Supraspinatussehnen-Rupturen in Kombination mit Subskapularissehnen-Partialrupturen in 2 Gruppen eingeteilt. In beiden erfolgte eine Refixation der Supraspinatussehne. In einer Gruppe wurde die Subskapularissehne débridiert, in der anderen refixiert. Ein Unterschied konnte im ASES nicht nachgewiesen werden [79].

Ein durch Knoten verursachtes subkorakoidales Impingement konnte in einer retrospektiven Vergleichsstudie von Park weder in einer Single-Row-Konfiguration noch in einer Suture-Bridge-Technik nachgewiesen werden [107].

11.2.8 Fazit für die Praxis

Partialrupturen der Supraspinatussehne betreffen im Alltag eher jüngere Patienten. Artikulare Rupturen der Supraspinatussehne finden sich hierbei häufiger als bursale Läsionen. Degenerative Ursachen sind häufiger als traumatische. Die Anzahl der Rupturen erhöht sich mit zunehmendem Lebensalter.

Pathognomonische klinische Tests für die Diagnostik von Partialrupturen liegen nicht vor. Die Diagnose, insbesondere von artikularen Partialrupturen, kann meist durch eine Arthro-MRT-Untersuchung zuverlässig gestellt werden.

Die Akromionform als Ursache für eine Partialruptur spielt nur eine untergeordnete Rolle.

Die Indikation zur operativen Therapie ergibt sich aus dem Zusammenspiel von klinischen Beschwerden, Anspruch des Patienten, erfolgloser konservativer Therapie und dem Ausmaß der Läsion.

Bei Partialrupturen größer als 50% ist eine Rekonstruktion anzustreben, da hohe Einheilungsquoten zu erwarten sind und mittelfristige Ergebnisse nach Akromionplastik und Debridement enttäuschen.

Partialrupturen der Subskapularissehne stehen häufig mit Pulley-Läsionen der langen Bizepssehne im Zusammenhang. Entsprechend sollten beide Sehnen operativ behandelt werden.

Entscheidender Vorteil des Erfolges einer operativen Therapie ist eine Nachbehandlung mit Respektierung der mechanischen

Grenzen der Naht und der biologischen Gegebenheiten der Sehnenheilung. Die postoperative Therapie sollte durch einen auf Schulterchirurgie spezialisierten Arzt überwacht werden.

Literatur

- [1] Adams CR, Schoolfield JD, Burkhart SS. Accuracy of preoperative magnetic resonance imaging in predicting a subscapularis tendon tear based on arthroscopy. *Arthroscopy* 2010; 26(11): 1427–1433
- [2] Adams CR, Brady PC, Koo SS et al. A systematic approach for diagnosing subscapularis tendon tears with preoperative magnetic resonance imaging scans. *Arthroscopy* 2012; 28(11): 1592–1600
- [3] Arai R, Sugaya H, Mochizuki T et al. Subscapularis tendon tear: an anatomic and clinical investigation. *Arthroscopy* 2008; 24: 997–1004
- [4] Bartl C, Imhoff AB. Die isolierte Subskapularissehnenruptur. *Orthopäde* 2007; 36: 848–854
- [5] Bartl C, Scheibel M, Magosch P et al. Open repair of isolated traumatic subscapularis tendon tears. *Am J Sports Med* 2011; 39(3): 490–496
- [6] Beaudreuil J, Dhénain M, Coudane H et al. Clinical practice guidelines for the surgical management of rotator cuff tears in adults. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010; 96(2): 175–179
- [7] Bigliani LU, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 1986; 10: 228
- [8] Brady B, Redfern J, MacDougal G et al. The addition of aquatic therapy to rehabilitation following surgical rotator cuff repair: a feasibility study. *Physiother Res Int* 2008; 13(3): 153–161
- [9] Budoff JE, Nirschl RP, Guidi EJ. Debridement of partial-thickness tears of the rotator cuff without acromioplasty. Long-term follow-up and review of the literature. *J Bone Joint Surg [Am]* 1998; 80(5): 733–748, Review
- [10] Budoff JE, Rodin D, Ochiai D et al. Arthroscopic rotator cuff debridement without decompression for the treatment of tendinosis. *Arthroscopy* 2005; 21(9): 1081–1089
- [11] Burkhart SS, Esch JC, Jolson RS. The rotator crescent and rotator cable: an anatomic description of the shoulder's „suspension bridge“. *Arthroscopy* 1993; 9: 611–616
- [12] Burkhart SS. The deadman theory of suture anchors: observations along a south Texas fence line. *Arthroscopy* 1995; 11(1): 119–123
- [13] Burkhart SS, Tehrany AM. Arthroscopic subscapularis tendon repair: Technique and preliminary results. *Arthroscopy* 2002; 18(5): 454–463
- [14] Capdevila X, Bringuier S, Borgeat A. Infectious risk of continuous peripheral nerve blocks. *Anesthesiology* 2009; 110(1): 182–188
- [15] Carpenter JE, Thomopoulos S, Flanagan CL et al. Rotator cuff defect healing: a biomechanical and histologic analysis in an animal model. *J Shoulder Elbow Surg* 1998; 7(6): 599–605
- [16] Carroll MJ, More KD, Sohmer S et al. The use of an intra-articular depth guide in the measurement of partial thickness rotator cuff tears. *Adv Orthop* 2013; 959305
- [17] Castagna A, Delle Rose G, Conti M et al. Predictive factors of subtle residual shoulder symptoms after transtendinous arthroscopic cuff repair: a clinical study. *Am J Sports Med* 2009; 37(1): 103–108
- [18] Castricini R, Panfoli N, Nittoli R et al. Transtendon arthroscopic repair of partial-thickness, articular surface tears of the supraspinatus: results at 2 years. *Chir Organi Mov* 2009; 93 Suppl 1: S49–54
- [19] Chung SW, Kim JY, Yoon JP et al. Arthroscopic repair of partial-thickness and small full-thickness rotator cuff tears: Tendon quality as a prognostic factor for repair integrity. *Am J Sports Med* 2015; 43: 588–596
- [20] Clark JM, Harryman DT II. Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff: gross and microscopic anatomy. *J Bone Joint Surg [Am]* 1992; 74: 713–725
- [21] Conway JE. Arthroscopic repair of partial-thickness rotator cuff tears and SLAP lesions in professional baseball players. *Orthop Clin North Am* 2001; 32(3): 443–456
- [22] Cordasco FA, Backer M, Craig EV et al. The partial-thickness rotator cuff tear: is acromioplasty without repair sufficient? *Am J Sports Med* 2002; 30(2): 257–260
- [23] Cuff DJ, Pupello DR. Prospective randomized study of arthroscopic rotator cuff repair using an early versus delayed postoperative physical therapy protocol. *J Shoulder Elbow Surg* 2012; 21(11): 1450–1455