

Marvin Minkus¹, Fabian Plachel¹, Philipp Moroder¹, Markus Scheibel¹

Arthroskopische superiore Kapselrekonstruktion bei irreparabler Rotatorenmanschettenruptur

Arthroscopic superior capsular reconstruction for irreparable posterosuperior rotator cuff tendon tears

Zusammenfassung: Die superiore Kapselrekonstruktion (SCR) stellt einen innovativen Behandlungsansatz bei irreparabler posterosuperiorer Rotatorenmanschettenruptur dar. Ziel ist es, einer vertikalen Translation des Humeruskopfs entgegenzuwirken und die superiore Stabilität des Glenohumeralgelenks wiederherzustellen. Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick zur Indikationsstellung, der operativen Technik sowie den ersten klinischen und radiologischen Ergebnissen dieses innovativen Verfahrens.

Schlüsselwörter: *superiore Kapselrekonstruktion, SCR, irreparable posterosuperiore Rotatorenmanschettenruptur, Arthroskopie*

Zitierweise

Minkus M, Plachel F, Moroder P, Scheibel M: Arthroskopische superiore Kapselrekonstruktion (SCR) bei irreparabler Rotatorenmanschettenruptur.

OUP 2017; 11: 538–543 DOI 10.3238/oup.2017.0538–0543

Summary: The superior capsular reconstruction (SCR) has been developed for the treatment of irreparable posterosuperior rotator cuff tendon tears. The aim is to prevent vertical migration of the humeral head and re-establish superior stability of the glenohumeral joint. This article aims at giving an overview of the indication, surgical technique and current clinical and radiological results of this innovative procedure.

Keywords: *superior capsular reconstruction, SCR, irreparable posterosuperior rotator cuff tendon tear, arthroscopy*

Citation

Minkus M, Plachel F, Moroder P, Scheibel M: Arthroscopic superior capsular reconstruction (SCR) for irreparable posterosuperior rotator cuff tendon tears.

OUP 2017; 11: 538–543 DOI 10.3238/oup.2017.0538–0543

Hintergrund

Im Rahmen irreparabler posterosuperiorer Rotatorenmanschettenrupturen kommt es zu einer superioren Translation mit Dezentrierung des Humeruskopfs. Der Verlust der vertikalen Schulterstabilität führt zu einer Störung des biomechanischen Gleichgewichts mit gravierenden Folgeschädigungen, welche letztlich Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und Kraftverlust der betroffenen Schulter bedingen [5, 10, 12]. Die bisherigen Therapieoptionen bei irreparablen Rotatorenmanschettenrupturen belaufen sich, je nach Schweregrad, auf minimal-invasive Eingriffe, wie die Teilrekonstruktion (Partial-Re-

pair) oder Debridement mit dem Ziel der Schmerzlinderung und der Wiederherstellung des horizontalen Kräftepaars oder invasiveren Eingriffen, wie Muskeltransfers oder dem totalen Gelenkersatz [1–4, 6–9, 14, 15, 17].

Die superiore Kapselrekonstruktion (Superior Capsular Reconstruction, SCR) wurde erstmalig von Mihata et al. 2012 in einer Kadaverstudie beschrieben, in Folgestudien klinisch untersucht und bietet heute einen innovativen Therapieansatz in der operativen Versorgung irreparabler Rotatorenmanschettenrupturen [5, 10–12]. Das Ziel der SCR ist die Wiederherstellung der superioren Gelenkkapsel, um damit einer statischen und dynamischen Dezentrierung des Humeruskopfs ent-

gegenzuwirken. Durch die glenohumerale Zentrierung sollen die klinische Funktion verbessert und Beschwerden gelin-

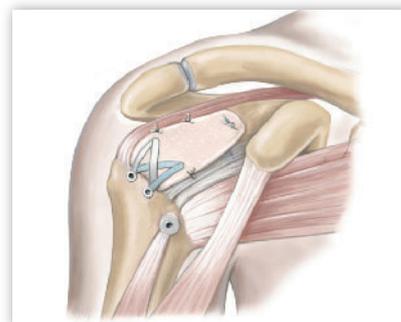


Abbildung 1 Schematische Darstellung der oberen Kapselrekonstruktion (SCR)[13]

¹ Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Charité-Universitätsmedizin Berlin

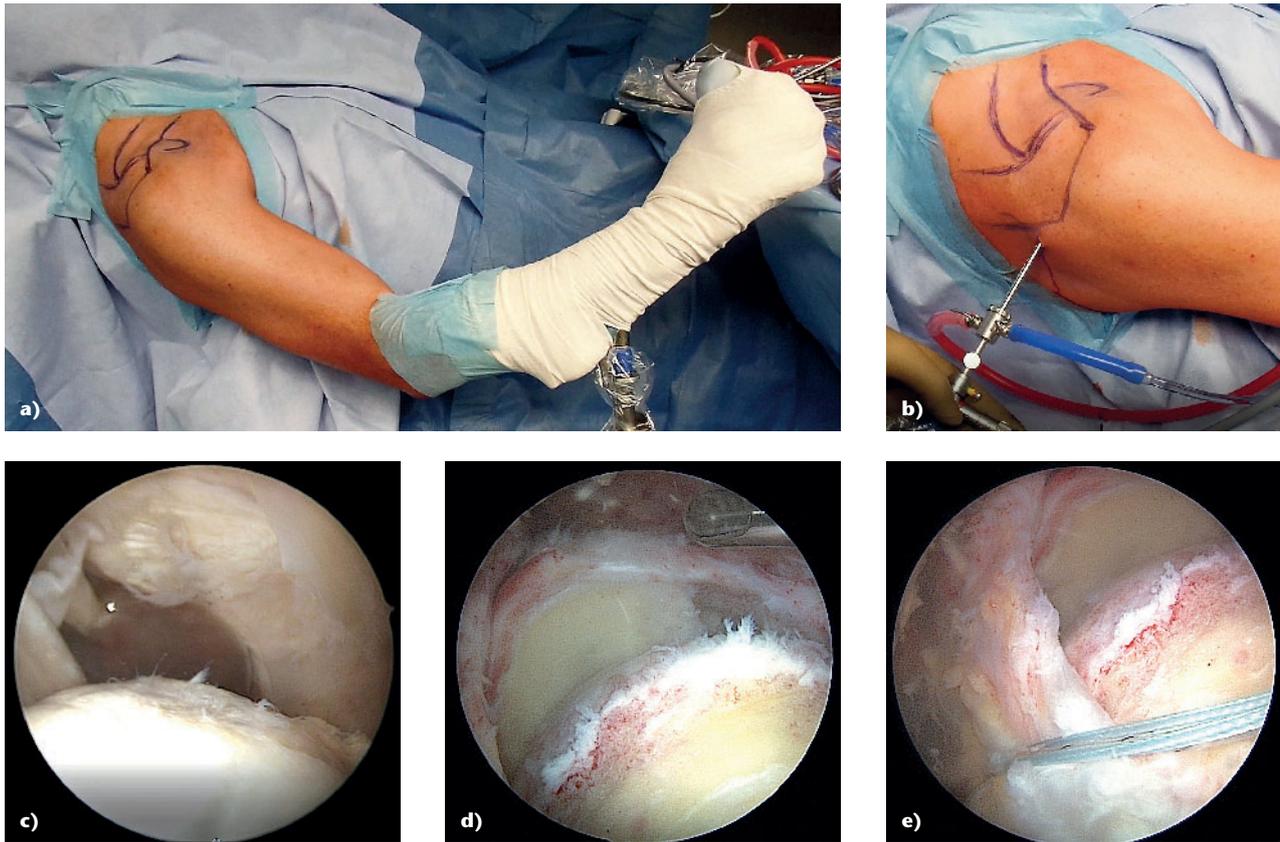


Abbildung 2a–e Beach-chair-Lagerung mit Arm im hydraulischen Armhalter **a**); diagnostische Arthroskopie über das posteriore Standardportal **b**); freiliegender humeraler Footprint, irreparable Supraspinatussehnenruptur **c**); Blick von lateral auf die ausgedehnte posterosuperiore Rotatorenmanschettenruptur **d**); (Partial)-Rekonstruktion der Infraspinatussehne, Mobilisierung der Sehne nach lateral **e**).

dert werden. Nach Mihata et al. wird dies durch die mediale Fixierung eines Grafts (Auto- oder Allograft) am superioren Glenoidhals und laterale Fixierung am humeralen Footprint des Tuberculum majus erzielt [12].

Im Gegensatz zu früheren Patch-Augmentations-Techniken wird also auf eine alleinige Überbrückung der rupturierten Sehne mit Fixierung am rupturierten Sehnenstumpf verzichtet. Die Autoren verwendeten zur arthroskopischen superioren Kapselrekonstruktion ein autologes Fascia-lata-Graft und konnten hiermit sehr gute klinische Ergebnisse erzielen [10]. Zur Eliminierung der Entnahmemorbidität verwenden wir im eigenen Vorgehen ein Patch aus extrazellulärer, dermaler Matrix (ArthroFLEX, Arthrex, Naples, Florida), das, wie in Abbildung 1 zu sehen ist, den Rotatorenmanschettendefekt abdeckt bzw. die superiore Gelenkkapsel wiederherstellt. Seit-zu-Seit-Nähte von Graft zu Infraspinatussehne bzw. Rotatorenintervallgewebe empfehlen sich zur vollständigen Wiederherstellung der

Kontinuität und sind einer reinen Fixierung glenoidal und humeral auch biomechanisch überlegen [11].

Indikationen

Hinsichtlich der Indikationsstellung sind einerseits Patienten-spezifische Aspekte wie Alter, Aktivitätslevel und Beschwerdesymptomatik zu berücksichtigen und andererseits Ruptur-spezifische Aspekte wie die Art und Größe der Ruptur sowie die Reparabilität entscheidend. Außerdem sollte präoperativ eine höhergradige glenohumerale Arthrose ausgeschlossen werden. Im eigenen Vorgehen wird die Indikation zur SCR bei irreparabler posterosuperioren Rotatorenmanschettenruptur ohne ausgeprägte glenohumerale Arthrose (Hamada 1 & 2) mit anhaltender klinischer Beschwerdesymptomatik gestellt. Die Patienten zeigen klinisch häufig eine isolierte Reduktion der aktiven Elevation und Außenrotation sowie Schmerzen. Zur präoperativen Planung

sollte eine Magnetresonanztomografie der betroffenen Schulter vorliegen, um den Zustand der Rotatorenmanschette und der umliegenden Strukturen hinreichend beurteilen zu können. Bei entsprechender Retraktion der Supraspinatussehne mit begleitender muskulärer Verfettung und Atrophie ist eine Rekonstruktion nicht möglich und die Indikation zur SCR gegeben, vorausgesetzt die Subscapularis- und Teres-minor-Sehne sind intakt. Kraniale Rupturen der Infraspinatus- und Subscapularissehne können und sollten im Sinne einer Partialrekonstruktion immer mitversorgt werden. Eine präoperative Röntgendiagnostik dient vor allem dem Ausschluss einer glenohumeralen Arthrose und der Beurteilung der superioren Translation des Humeruskopfs.

Operative Technik

Zur superioren Kapselrekonstruktion (SCR) wird der Patient in Beach-chair-

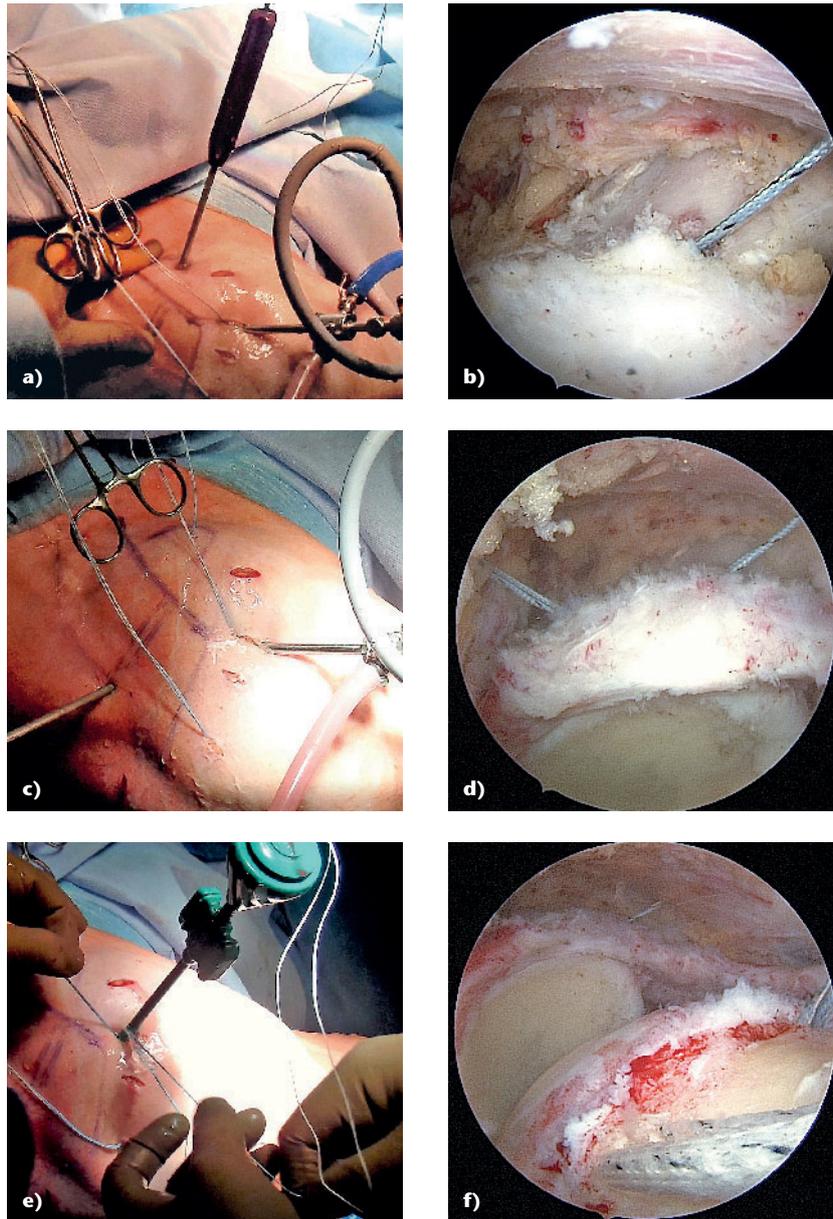


Abbildung 3a–f Perkutane Anlage anteriorer glenoidaler Fadenanker über ein hohes anterosuperiores Portal in Outside-in-Technik **a–b**); perkutane Anlage posteriorer glenoidaler Anker über das Neviaser-Portal in Outside-in-Technik **c–d**); Anlage mediale humerale Ankerreihe an der Knorpel-Knochengrenze **e–f**).

Position gelagert und der Arm durch einen hydraulischen Armhalter fixiert (Abb. 2a). Über ein posteriores Standardportal erfolgt zunächst eine diagnostische Arthroskopie, um den Rotatorenmanschetten Schaden und eventuelle Begleitpathologien beurteilen zu können (Abb. 2b–c). Bei Vorliegen einer Bizepssehnenpathologie sollte eine Bizepssehnen-Tenodese oder Tenotomie durchgeführt werden. Die Indikation zur SCR wird durch die arthroskopische Verifizierung der irreparablen posterosuperio-

ren Rotatorenmanschettenruptur und Fehlen eines ausgedehnten Chondralschadens nochmals überprüft (Abb. 2c–d). Über ein anterosuperiores Arbeitsportal wird der obere Glenoidrand mithilfe einer Elektrothermik bzw. einem Shaver von Weichteilgewebe und dem retrahierten Rotatorenmanschettenstumpf befreit und für die Platzierung von Fadenankern am glenoidalen Footprint vorbereitet (Abb. 2d). Die Visualisierung des oberen Glenoidrands mit dem retrahierten Rotatorenman-

schettengewebe gelingt am besten über ein laterales Portal (Abb. 2d).

Der Knochen am oberen Glenoidpol sollte mit einer Hochfrequenzfräse vorsichtig angefrischt werden, um eine Einheilung des Grafts zu verbessern. Eine ggf. notwendige (Partial-)Rekonstruktion der kranialen Infraspinatus- oder Subscapularissehne sollte vor der Platzierung der medialen humeralen Ankerreihe für das Graft erfolgen. Zur Refixation der kranialen Infraspinatussehne wird ein Fadenanker am posterioren humeralen Footprint eingebracht und die Fäden durch die Sehne gezogen, sodass diese nach lateral mobilisiert werden kann (Abb. 2e). Die Refixation kann in doppelter Matratzennaht-Technik erfolgen. Die verwendeten Fäden können im Rahmen der späteren Fixierung des Grafts am humeralen Footprint weiterverwendet werden und sollten nach der Verknotung nicht abgeschnitten, sondern lang gelassen und ausgeleitet werden.

Zur medialen Fixierung des Grafts am Glenoid werden 2 Schlaganker unmittelbar medial des superioren Labrums platziert. Die Ankeranlage erfolgt perkutan in Outside-in-Technik (Abb. 3a–d). Mit Hilfe einer Kanüle, über die wiederum eine Bohrhülse gestülpt wird, wird die korrekte Ausrichtung der Bohrung gewährleistet. Nach einer 3,0 mm-Bohrung wird der erste Anker über eine Stichinzision ventral des AC-Gelenks anterior am oberen Glenoidpol eingebracht (Abb. 3a–b). Der zweite glenoidale Anker wird über das Neviaser-Portal in gleicher Technik posterosuperior am Glenoidhals platziert (Abb. 3c–d). Die nicht-resorbierbaren Fäden werden entsprechend ausgeleitet und am Abdecktuch fixiert, um einen Hautkontakt zu vermeiden. Im weiteren Vorgehen wird die mediale Ankerreihe für die knotenlose humerale Doppelreihen-Fixierung des Grafts angelegt. Nach vorherigem Anfrischen des Footprints am Tuberculum majus werden die Fadenanker an der Knorpel-Knochengrenze im Bereich der Supraspinatussehneninsertion platziert (Abb. 3e–f). Die Ankeranlage erfolgt zum einen über ein anterolaterales (Abb. 3e) und zum anderen über ein laterales Portal. Der hintere Fadenanker wird nahe der Infraspinatussehneninsertion angelegt.

Zur Vorbereitung des Grafts werden die anteroposterioren Abstände zwischen den glenoidalen (Abb. 4) und hu-

meralen sowie mediolateralen Abständen der vorderen und hinteren Anker mit einer speziellen Messvorrichtung arthroskopisch ausgemessen.

An einem sterilen Beistelltisch wird das Graft aus extrazellulärer dermaler Matrix vorbereitet. Die zuvor genommenen Maße werden eingezeichnet und das Graft mit einer sterilen Schere oder sterilem Skalpell auf die gewünschte Größe zugeschnitten. Um ein Einreißen durch die Fäden zu verhindern, sollten 5 mm nach medial bzw. glenoidal, anterior und posterior Überstand gelassen werden. Nach lateral ist ein Abstand von 10 mm notwendig, um eine vollständige Abdeckung des humeralen Footprints zu gewährleisten (Abb. 4).

Während der gesamten Prozedur ist auf ein gutes Fadenmanagement inklusive Hochbinden der Fäden zu achten, um einen Hautkontakt zu vermeiden (Abb. 5a). Mit einem Fadenrückholer werden zunächst die 4 Fäden der glenoidalen Ankerreihe gefasst und nach lateral über eine Gummikanüle ausgeleitet (Abb. 5b). Jeweils ein Faden wird dann durch das mediale Graftende geführt, welches später am oberen Glenoidrand zu liegen kommen soll. Die Fadenenden werden so verknotet, dass sie später eine anteroposteriore Brücke bilden, über die das Graft an das Glenoid gezogen und fixiert werden kann (Abb. 5c). Mithilfe einer Scorpion-Zange (Arthrex, Naples, Florida), welche das Graft durchsticht und den Faden dabei mitführt, werden die 2 verbliebenen Fadenenden zwischen den beiden vorherigen durch das Graft gezogen und dienen als Zugfäden (Abb. 5c). Die Fadenbrücke wird über die beiden Zugfäden festgezogen und das Graft mithilfe eines Weichteilgreifers über eine Gummikanüle im lateralen Portal eingebracht. Über die Zugfäden und mithilfe der Fasszange kann das Graft unter arthroskopischer Sicht von posterior am oberen Glenoidrand platziert werden. Die beiden langen Fadenenden werden festgezogen und verknotet, sodass das Graft medial fixiert ist (Abb. 5d).

Im weiteren Vorgehen wird dann die humerale Fixierung in knotenloser Doppelreihen-Technik am Tuberculum majus durchgeführt. Dafür werden zunächst die Fäden des anterioren humeralen Ankers nach lateral über die Kanüle mithilfe eines Fadenrückholers ausgeleitet. Anschließend wird das

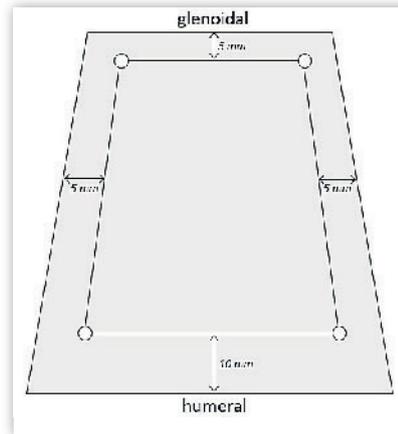


Abbildung 4 Skizze zur Planung der benötigten Ausmaße des Grafts gemäß den entsprechenden arthroskopischen Messungen der Ankerabstände (hier beispielhaft anteroposteriorer Abstand der glenoidalen Ankerreihe). Die Kreise entsprechen den Ankern bzw. den Löchern für die Fäden, die durch das Graft gezogen werden.

Graft lateral durchstochen und die Fäden durch das Graft gezogen, sodass eine humerale Fixierung gelingt. In gleicher Weise werden die Fäden des posteromedialen Ankers durch das laterale Graftende geführt. Um das Graft in einer knotenlosen Doppelreihentechnik am Footprint zu fixieren, werden die Fäden nach lateral abgespannt und mit einer weiteren Ankerreihe fixiert (Abb. 6a–c). Die Fadenschenkel der Infraspinatussehnenrefixation können hierbei ebenfalls mit abgespannt werden, sodass schlussendlich ein Konstrukt entsteht, welches ausreichend Fläche und Anpressdruck für eine Graft-Knochen-Einheilung am humeralen Footprint gewährleistet (Abb. 6c). Zur vollständigen Rekonstruktion der superioren Gelenkkapsel sollten abschließend noch Adaptationsnähte von Infraspinatus- bzw. Rotatorenintervall an das Graft in Seit-zu-Seit-Technik durchgeführt werden (Abb. 6d). Mithilfe dieser Adaptationsnähte lässt sich eine vollständige Kontinuität der oberen Gelenkkapsel gewährleisten und die Chance auf das Einwandern von nativen Zellen erhöhen. Im eigenen Vorgehen werden je nach Befund in der Regel 2 Seit-zu-Seit-Nähte von Infraspinatussehne zum Graft (Abb. 6d) und eine Seit-zu-Seit-Naht vom Graft zu Rotatorenintervall durchgeführt. Nach einer abschließenden subacromialen Dekompression werden die Arthroskopieportale standardmäßig verschlossen und ein steriler Kompressionsverband angelegt.

Rehabilitation

Die Nachbehandlung erfolgt analog zu der Rehabilitation nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion. Postoperativ wird die Schulter für 6 Wochen in Neutralstellung mit einem Abduktionskissen immobilisiert. In dieser Zeit erfolgt ausschließlich eine passive Mobilisierung, wobei die Flexion und Abduktion auf 90° begrenzt sind und forcierte Innen- und Außenrotation zu vermeiden sind. Ab der 7. Woche kann mit einer aktiv-assistierten Mobilisierung begonnen werden. Eine Belastung des Arms ist für 10–12 Wochen zu vermeiden.

Ergebnisse

In einer retrospektiven Fallserie konnten Mihata et al. 23 Patienten (24 Schultern, Ø 65 Jahre (52–77)) mit einem durchschnittlichen Follow-up von 34,1 (24–51) Monaten nachuntersuchen [10]. Die Autoren verwendeten hierbei ein Fascia-lata-Autograft, welches doppelt bis dreifach gefaltet und vernäht wurde, um eine entsprechende Dicke zu erreichen. Die Indikation zur SCR wurde bei posterosuperioren Rotatorenmanschettenrupturen gestellt, welche sich nicht an den humeralen Footprint mobilisieren ließen und damit nicht rekonstruierbar waren. In 3 Fällen handelte es sich um einen Revisionseingriff, in den übrigen 21 Fällen um einen Primäreingriff. In dieser Studie zeigte sich eine signifi-

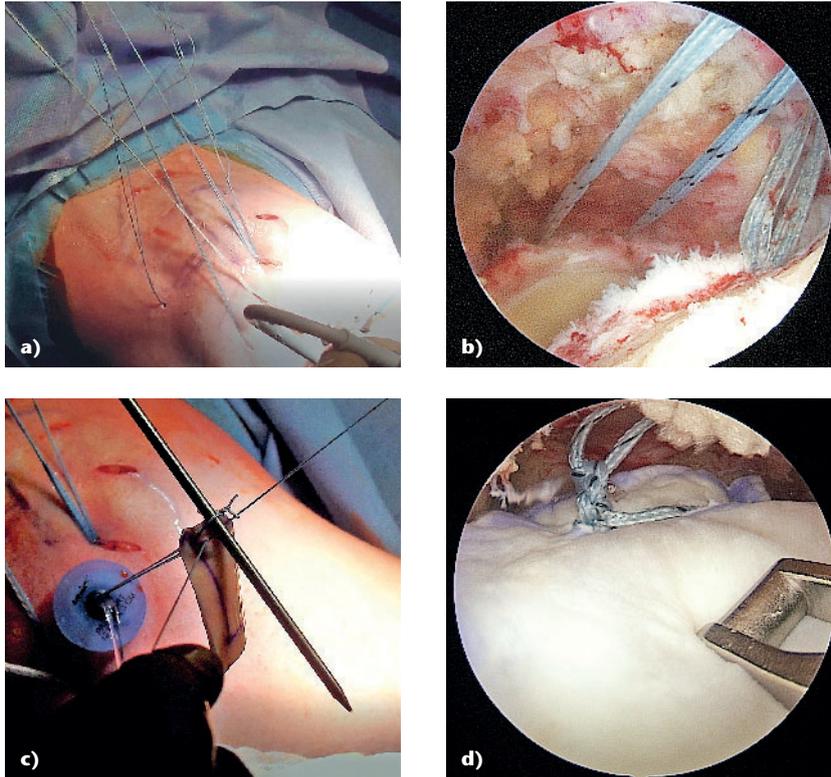


Abbildung 5a-d Fadenmanagement mit Hochbinden der Fäden **a**); Ausleiten der glenoidalen Fäden nach lateral **b**); Fadenmanagement, Verknotung und Festziehen der Fadenbrücke über dem Graft **c**); Fixierung des Grafts am glenoidalen Footprint **d**).

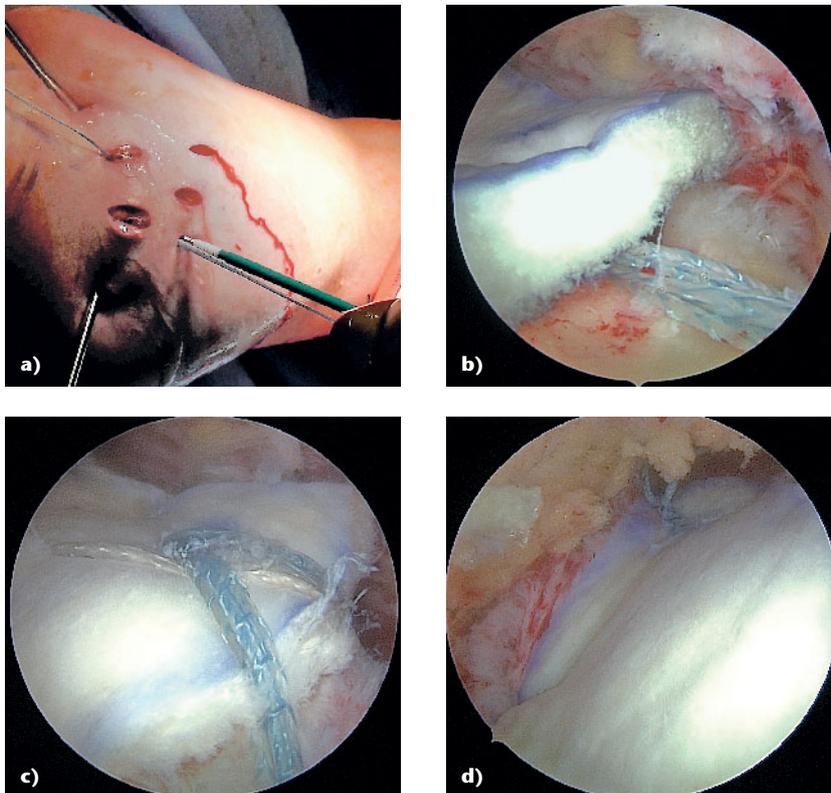


Abbildung 6a-d Abspannen der Fäden nach lateral im Sinne einer knotenlosen Doppelreihen-Fixation **a-c**); Adaptations/Seit-zu-Seit-Nähte von Graft zu Infraspinatussehne **d**).

kante Verbesserung der Beweglichkeit und Abduktionskraft der Patienten. Die Flexion konnte um 64°, die Außenrotation um 14° und die Innenrotation um 2 Wirbelkörperhöhen verbessert werden.

Die präoperativen Ausgangswerte bzw. Bewegungsgrade zum Zeitpunkt des Follow-ups werden nicht näher benannt. Hinsichtlich der klinischen Scores zeigte sich ebenfalls eine signifikante Verbesserung von 23,5 Punkten präoperativ auf 92,9 Punkte im ASES Score. Der acromiohumorale Abstand konnte von $4,6 \pm 2,2$ mm präoperativ auf $8,7 \pm 2,6$ mm signifikant gesteigert werden. Operationsbedingte Komplikationen wie Infektionen, Nervenschädigungen oder Ähnliches zeigten sich nicht, und auch Komplikationen an der Entnahmestelle traten nicht auf. In den MR-tomografischen Nachuntersuchungen zeigte sich ein intaktes Graft in 20 Fällen (83,3 %). Bei 3 Patienten (12,5 %) konnte eine Ruptur mit schwerer fettiger Degeneration der mitrekonstruierten Infraspinatussehne bzw. des Muskels beobachtet werden. In einem Fall (4,2 %) kam es zu einer Ruptur des Grafts 3 Monate postoperativ, was klinisch auch zu einem schlechteren Resultat führte.

Die Autoren schlussfolgerten, dass die superiore Kapselrekonstruktion eine zuverlässige Technik und gute Alternative in der Behandlung der irreparablen posterosuperioren Rotatorenmanschettenruptur ist [10]. Pennington et al. stellten kürzlich ihre Ergebnisse zur superiores Kapselrekonstruktion mit der Verwendung eines dermalen Allografts vor [16]. 56 Patienten (57 Schultern) im Alter von 42–67 wurden über einen Zeitraum von 1–2 Jahren nachuntersucht. Hinsichtlich der klinischen Ergebnisse zeigte sich eine signifikante Verbesserung in Bewegungsausmaß, Kraftgrad und in allen erhobenen Funktionsscores. Radiologisch zeigte sich eine signifikante Steigerung des acromiohumeralen Abstands, welche über den Nachuntersuchungszeitraum konstant blieb. In einem Fall war das Verfahren gescheitert, sodass die Indikation zur inversen Schulter-Endoprothese gestellt wurde [16].

Langzeitergebnisse liegen in der aktuellen Literatur bisher nicht vor und bleiben abzuwarten. Die bisherigen Ergebnisse unserer Technik zur SCR sind ebenfalls sehr zufriedenstellend und wer-

den weiterhin nachuntersucht. Abbildung 7 zeigt die MR-Tomografie eines Patienten, der in oben ausgeführter Technik die superiore Kapselrekonstruktion erhalten hat, präoperativ (Abb. 7a) und 6 Monate nach der Operation (Abb. 7b).

Zusammenfassung

Die superiore Kapselrekonstruktion eignet sich zur Versorgung irreparabler posterolateraler Rotatorenmanschettenrupturen und stellt eine innovative Behandlungsalternative mit guten klinischen und radiologischen Ergebnissen im Kurzzeitverlauf dar. Durch die Wiederherstellung der Integrität der Gelenkkapsel soll einer progressiven Kränialisierung des Humeruskopfs entgegengewirkt und die vertikale Stabilität des Glenohumeralgelenks wiederhergestellt werden. Durch die Verwendung eines Allografts aus extrazellulärer dermaler Matrix lässt sich die Entnahmemorbidität verhindern und zu einer höheren Patientenakzeptanz führen. Es besteht ein Bedarf an prospektiv angeleg-

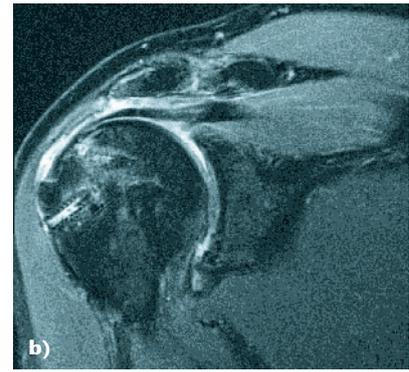
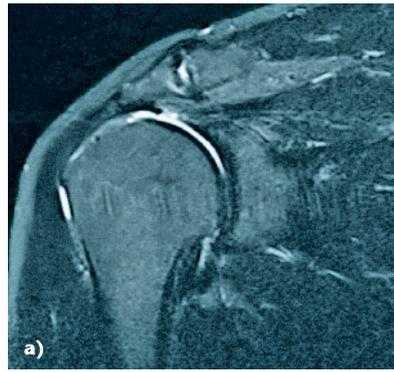


Abbildung 7a–b Parakoronare MRT-Schicht präoperativ **a**); MRT 6 Monate postoperativ nach SCR **b**).

ten Studien, die neben den klinischen Ergebnissen auch biologische Faktoren untersuchen, z.B. inwiefern das Graft am glenoidalen bzw. humeralen Footprint einheilt und mit dem nativen Rotatorenmanschetten- bzw. Intervallgewebe und der Gelenkkapsel verwächst. Ob einer Dezentrierung des Humeruskopfs langfristig entgegengewirkt werden kann, bleibt abzuwarten. **OUP**

Interessenkonflikt: P. Moroder und M Scheibel sind als Berater/Instruktor/Produktentwickler für Arthrex Inc. tätig.

Korrespondenzadresse

Univ.-Prof. Dr. Markus Scheibel
Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie
Charité-Universitätsmedizin Berlin
Augustenburger Platz , 13353 Berlin
markus.scheibel@charite.de

Literatur

- Burkhart SS, Nottage WM, Ogilvie-Harris DJ, Kohn HS, Pachelli A: Partial repair of irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1994;10: 363–70
- Favard L, Levigne C, Nerot C, Gerber C, De Wilde L, Mole D: Reverse prostheses in arthropathies with cuff tear: are survivorship and function maintained over time? *Clin Orthop Relat Res.* 2011; 469: 2469–75
- Gerber C, Rahm SA, Catanzaro S, Farsahad M, Moor BK: Latissimus dorsi tendon transfer for treatment of irreparable posterolateral rotator cuff tears: long-term results at a minimum follow-up of ten years. *J Bone Joint Surg Am.* 2013; 95: 1920–6
- Hartzler RU, Steen BM, Hussey MM et al.: Reverse shoulder arthroplasty for massive rotator cuff tear: risk factors for poor functional improvement. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015; 24: 1698–706
- Ishihara Y, Mihata T, Tamboli M et al.: Role of the superior shoulder capsule in passive stability of the glenohumeral joint. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014; 23: 642–8
- Kempf JF, Gleyze P, Bonnet F et al.: A multicenter study of 210 rotator cuff tears treated by arthroscopic acromioplasty. *Arthroscopy* 1999; 15: 56–66
- Kim SJ, Lee IS, Kim SH, Lee WY, Chun YM: Arthroscopic partial repair of irreparable large to massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2012; 28: 761–8
- Lee BG, Cho NS, Rhee YG: Results of arthroscopic decompression and tuberosity transfer for irreparable massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2011; 27: 1341–50
- Liem D, Lengers N, Dedy N, Poetzl W, Steinbeck J, Marquardt B: Arthroscopic debridement of massive irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2008; 24: 743–8
- Mihata T, Lee TQ, Watanabe C et al.: Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2013; 29: 459–70
- Mihata T, McGarry MH, Kahn T, Goldberg I, Neo M, Lee TQ: Biomechanical Role of Capsular Continuity in Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Tears of the Supraspinatus Tendon. *Am J Sports Med.* 2016; 44: 1423–30
- Mihata T, McGarry MH, Pirolo JM, Kinoshita M, Lee TQ: Superior capsule reconstruction to restore superior stability in irreparable rotator cuff tears: a biomechanical cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2012; 40: 2248–55
- Minkus M, Scheibel M: Superior Capsular Reconstruction (SCR) zur Versorgung großer irreparabler posterolateraler Rotatorenmanschettenrupturen. *Obere Extremität* 2017; 12: 51–3
- Namdari S, Voleti P, Baldwin K, Glaser D, Huffman GR: Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tears: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 94: 891–8
- Paribelli G, Boschi S, Randelli P, Compagnoni R, Leonardi F, Cassarino AM: Clinical outcome of latissimus dorsi tendon transfer and partial cuff repair in irreparable postero-superior rotator cuff tear. *Musculoskelet Surg.* 2015; 99: 127–32
- Pennington W, Bartz B, Pauli J: Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction for the Treatment of Massive Irreparable Rotator Cuff Tears in the Active Patient: 1–2 year Results. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 2017; 33: e3
- Rockwood CA, Jr., Williams GR, Jr., Burkhead WZ, Jr.: Debridement of degenerative, irreparable lesions of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77: 857–66