

Zusammenfassung

Die arthroskopische Rotatorenmanschetten-Chirurgie hat sich in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt. Neben den biologischen Faktoren tragen vor allem biomechanische Faktoren wie etwa die neuentwickelten Sehnennahttypen (Footprint-Rekonstruktionen, Suturebridge/Speedbridge) erheblich zum Erfolg einer Rotatorenmanschettennaht bei. Die klinischen Ergebnisse sind mit denen des offenen Verfahrens vergleichbar, wobei die Vorteile der arthroskopischen Chirurgie neben der Behandlung von Begleitverletzungen auch in der geringeren Morbidität und in den verbesserten Mobilisationstechniken und Rissdarstellungen zu sehen sind.

Schlüsselwörter

Schulterarthroskopie – arthroskopische Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion – experimentelle Grundlagen – Suturebridge – Footprint-Rekonstruktion

W. Anderl, P.R. Heuberger

Principles and Technique of Arthroscopic Rotatorcuff Repair

Summary

Tremendous advance has been made with arthroscopic treatment of rotator cuff tears within the last years. Biological and biomechanical factors like the new developed footprint reconstructions (Suturebridge and Speed-bridge) improve significantly the outcome of arthroscopic rotator cuff repairs. The clinical results are similar to open technique with significant advantages for the arthroscopic techniques like: accurate diagnosis and treatment of additional lesions, minimal morbidity, easier mobilisation of retracted tendons and better evaluation of different tear configurations.

Key words

Shoulder arthroscopy – arthroscopic rotatorcuff repair – experimental principles – suture bridge – footprint reconstruction

ARTHROSKOPISCHE VERFAHREN

Grundlagen und Technik der arthroskopischen Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion

Werner Anderl, Philipp R. Heuberger

KH. Barmherzige Schwestern Wien, Orthopädische Klinik

Einleitung

Die operative Rekonstruktion einer Rotatorenmanschetten-Läsion zählt heute zu den Top Ten der muskuloskelettalen operativen Eingriffe. Die Weiterentwicklung der arthroskopischen Operationstechniken an der Schulter von rein resektiven Operationsverfahren in den 1980er Jahren zu rekonstruktiven Operationsverfahren in den 1990er Jahren ermöglicht heute dem Chirurgen unter Beachtung biomechanischer Grundprinzipien die Sehnen möglichst anatomisch zu rekonstruieren. Auch bei der Versorgung von Massentraktionen der Rotatorenmanschette stellt heute die arthroskopische Technik den Golden Standard der Schulterchirurgie dar. Die arthroskopischen Vorteile liegen dabei eindeutig bei der Minimierung und Schonung des Deltamuskels, der geringeren Beeinträchtigung der Propriozeption [11], in besserer Beurteilung der Risskonfiguration, besserer Beurteilung und Versorgung von Begleitpathologien, der Entwicklung differenzierter Rekonstruktionstechniken unter Beachtung von biomechanischen Grundprinzipien wie etwa der Seit-zu-Seit-Nahttechnik (Margin convergin etc.).

Ich möchte in diesem Beitrag neben den experimentellen Grundlagen einer erfolgreichen Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion auf die

Indikation, Technik und die Ergebnisse näher eingehen.

Experimentelle Grundlagen einer erfolgreichen Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion

Erfolgreiche Einheilung einer arthroskopisch versorgten Rotatorenmanschetten-Ruptur mit einer Faden-Anker-Konstruktion wird einerseits von biologischen Faktoren (Knochenqualität, Sehnenqualität, fettige Degeneration, Retraktionsausmaß), andererseits von biomechanischen Faktoren (Ankerdesign, Eylettdesign, Stärke und Anzahl der Fäden, Knotentechnik, Insertionswinkel des Ankers und Ankerorientierung und last but not least von der Sehnennahtkonfiguration) entscheidend beeinflusst.

Meyer et al. [8] zeigten, dass bei chronischen Rotatorenmanschetten-Rupturen die höchste Knochendichte am Knorpel-Knochen-Übergang am medialen Anteil des Footprints besteht und deshalb die beste und widerstandsfähigste Platzierung für den Anker der medialste Anteil des Footprints darstellt. Die Weiterentwicklung beim Ankerdesign mit kortikaler und spongioser Verankerung sowie hohen Ausrissfestigkeiten im Labor ist heute ein entscheidender Faktor des Erfolges der arthroskopischen Weichteilrefixation. Neben dem Ankerdesign spielten aber

auch das Design der Fadenöse sowie die Positionierung des Ankers und Rotation des Ankers eine entscheidende Rolle bei der Minimierung der Abrasionsresistenz der Fäden. Auch die Neuentwicklungen von nicht-resorbierbaren, reißfesteren Fadenmaterialien mit Bestandteilen polyfilen, ultrahochmolekularen, verdichteten Polyäthylens wie etwa der FiberWire der Fa. Arthrex, Orthocord der Fa. Mitek, Ultra-Braid der Fa. Smith and Nephew tragen erheblich zum Erfolg der arthroskopischen Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion bei.

Biomechanische Evaluierung von arthroskopischen Nahtmethoden

Da sich durch Verbesserung des Ankerdesign, Ankereylettdesign und des Fadenmaterials die Schwachstelle einer Sehnenfaden-Ankerrekonstruktion zunehmend in das Fadensehneninterface verlagerte, haben wir seit 2005 gemeinsam mit der Technischen Universität Wien verschiedene arthroskopische Nahttypen biomechanisch evaluiert. Neben der Aufstellung eines Standards für biomechanische Untersuchungen an Sehnen-Knochen-Verbindungen, wo etwa die Austestung der Eigenelas-

tizität des Sehnenmaterials sowie der Knochendensität und der Eigenelastizität des Sehnen-Knochen-Überganges erhoben wird, haben wir auch eine Komplettdurchtrennung der Sehne gefordert. Um vergleichbare Messungen zu erzielen, haben wir in dieser tierexperimentellen Studie die refixierte Sehne mit einem zyklischen Belastungsprotokoll zwischen 10 und 180 Newton bei einer Anstiegsgeschwindigkeit von 33mm/s belastet und die Zyklen, die notwendig sind um 3, 4, 5 und 10 mm Spaltbildung zu erzielen, elektronisch und auch optisch gemessen. Im Vergleich zu Ma et al. [7] zeigen sich bei unseren Untersuchungen, dass die von Scheibel und Habermeyer beschriebene modifizierte arthroskopische Mason-Allen-Naht [10] die schwächste Fixation bei Einzelnähten darstellt (Abb. 2). Die stabilste Fixation ergeben vier Matratzennähte (2100 Zyklen bis zur 5-mm-Spaltbildung). Auch bei der Austestung derselben Nahtkonfigurationen, wo nur ein Anker verwendet wurde, zeigen die Matratzennähte die höchste Festigkeit vor der Mason-Allen-Naht und der Einzelnaht. Bei den Footprint-Rekonstruktionstechniken stellten die ältere Double-Row-Technik (zwei

Anker medial, einer lateral) sowie die Suturebridge-Technik (Fa. Arthrex) (Abb. 4) und die Speedbridge-Technik (Abb. 3b und c) mit medialer Matratzennaht die höchste Fixationsfestigkeit dar (Tabelle 1, Abb. 1). Erwähnenswert ist auch, dass die knotenlose Speedbridge-Technik ohne mediale Matratzennaht eine sehr niedrige Fixationsfestigkeit aufweist und daher ohne mediale Fixation keine ausreichende Festigkeit erlaubt. Aus unserer Sicht spielt auch die Positionshöhe des Ankers eine entscheidende Rolle. Es hat sich gezeigt, dass bei zu tief implantierten Ankern es immer wieder zu einem Durchschneiden der Fäden an der Knochenkante kommt, was durchschnittlich zu einer vermehrten Translation und Instabilität des Sehnenkonstruktes auf mehr als 3 mm beiträgt.

Klassifikation und Einteilung

Für die Erreichung eines optimalen Operationsresultates sind einerseits ein präoperatives Staging anhand der vorliegenden MRT- und Röntgenbilder und andererseits eine exakte arthroskopische Klassifizierung von

Tabelle 1. Ergebnisse der biomechanischen Evaluierung verschiedener arthroskopischer Nahttechniken. Anzahl der zyklischen Belastungen bis zur 5-mm-Spaltbildung.

Nahttechnik	Zyklenzahl bei 5 mm	Messmethoden
2 doppelt geladene Anker		
2 Mason-Allen-Nähte	1380 (300)	elektronisch plus video
4 Matratzen-Nähte	2100 (200)	
Double Row (3 Anker)	2300 (170)	
1 doppelt geladener Anker		
2 Einzelnähte	14 (5)	elektronisch plus video
1 Mason-Allen-Naht	28 (12)	
1 Matratzennähte	76 (20)	
Footprint-Techniken 4 Anker		
Speedbridge mit mediale Matratzennaht	3820	elektronisch plus video
Speedbridge ohne mediale Matratzennaht	51.4 (40)	
Suturebridge	2740 (580)	

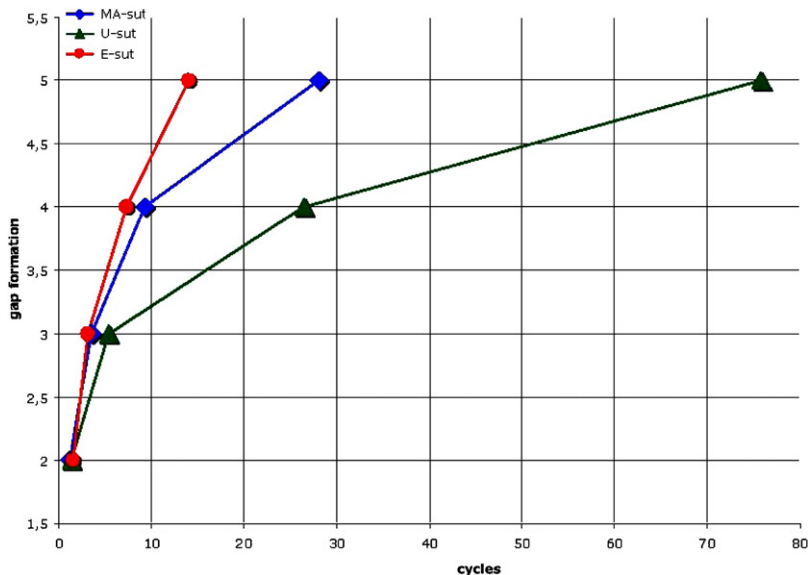


Abbildung 1
Ausmaß der Spaltbildung von Mason-Allen-Naht (MA), Matratzennaht (U) und Einzennaht (E) unter zyklischer Belastung.



Abbildung 2
Rissklassifikation und Beurteilung der Rekonstruktionsfähigkeit mit der Fasszange.

Rissgröße, Sehnenqualität, Retraktionsgrad und die Beurteilung der exakten Risskonfiguration (C-, U-, L-förmige Risse) entscheidend [9]. Gerade bei der Einschätzung der Ausdehnung der Rotatorenmanschetten-Läsion sowie bei der Beurteilung multipler intraartikulärer Begleitpathologien stellt aus unserer Sicht die arthroskopische Technik den Golden Standard dar. Zusätzliche Bizepssehnen-Instabilitäten, Pathologien des Labrum-

Kapsel-Komplexes sowie Knorpel-läsionen beider Gelenkpartner, welche durchaus relevant für die zusätzliche Therapieplanung sein können, werden während der Arthroskopie eindeutig besser eingeschätzt als durch präoperative Schnittbildverfahren oder bei der Beurteilung durch die offene Technik.

Indikation

Die Präsenz einer Rotatorenmanschetten-Ruptur allein stellt für uns per se noch keine Indikation zu einer operativen Sanierung dar, da Patienten mit anatomisch defizienten jedoch biomechanisch intakten Rotatorenmanschetten klinisch völlig symptomlos bleiben können. Erst das Versagen einer vier- bis sechs-monatigen konservativen Vorbehandlung mit analgetischen, antiphlogistischen und intensiven Physiotherapien bei klinisch manifester Rotatorenmanschetten-Läsion stellt für uns die Indikation

zu einer operativen Intervention dar. Absolute Indikationen für die arthroskopische Technik:

1. akut-traumatische Ruptur,
2. degenerative Ruptur bei aktiven Patienten im Berufsleben mit konservativer Therapieresistenz,
3. Kombination Schulterluxation und komplette Rotatorenmanschetten-Läsion,
4. degenerative Ruptur bis hin zur Massenruptur bei aktiven Patienten über 70 Jahre,
5. Subscapularis- und Infraspinatusruptur,
6. Partialruptur.

Eine conditio sine qua non für ein gutes Ergebnis ist eine präoperativ freie passive Beweglichkeit, die durch intensive Krankengymnastik präoperativ hergestellt werden sollte. Der Operationszeitpunkt spielt vor allem bei der akut-traumatischen Subscapularisruptur, wenn sie arthroskopisch versorgt wird, eine entscheidende Rolle. Hier sollte man innerhalb von sechs Wochen eine Versorgung durchführen, da sonst die zunehmende Retraktion die Möglichkeit einer idealen anatomischen Refixation entscheidend beeinflusst.

Die entscheidende Frage ist immer wieder, bei welchen Massenrupturen sich der Aufwand einer arthroskopischen Rekonstruktion lohnt. Wie die Ergebnisse unserer eigenen Serie zeigen, haben signifikante Atrophien des Musculus infrapinatus sowie die Rissgröße und das Alter einen entscheidenden prognostischen Faktor für die Re-Ruptur. Außerdem muß man sagen, dass auch bei nur möglicher Teilrekonstruktion der Rotatorenmanschette dem Patienten oft mit einer Refixation des Musculus subscapularis und Anteilen des Infraspinatus sehr geholfen ist. Burkhart et al. [2-5] haben hierzu die theoretischen Grund-

lagen mit ihrem Hängebrückenmodell geliefert und gezeigt, dass dadurch auch eine vernünftige Kraftübertragung auf den Humeruskopf erfolgen kann. Andererseits ist es immer wieder erstaunlich, dass auch massiv retrahierte Massentraktionen in Höhe des Glenoids sich bei der Arthroskopie mit entsprechenden Mobilisationstechniken relativ einfach reponieren lassen, sodass nur die arthroskopische Evaluation letztendlich entscheidet, ob reponiert und rekonstruiert werden kann oder unabhängig davon auf ein offenes Verfahren wie etwa Sehnentransfer oder die Implantation einer inversen Prothese gewechselt werden muss.

Technik der Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion

Die arthroskopische Technik umfasst bei uns sieben Teilschritte:

1. Lagerung und Narkoseverfahren: Der Patient wird entweder in Seitenlage oder Beach-Chair-Position gelagert und die Operation in Allgemeinnarkose in Kombination mit einem regionalanästhetischen Verfahren durchgeführt. Dies erleichtert dem Anästhesisten, intraoperativ den Blutdruck zu regulieren, und der Patient hat auch unmittelbar postoperativ keinerlei Schmerzen.
2. Diagnostische glenohumerale Arthroskopie: Standardmäßig wird mit einer glenohumeralen Arthroskopie begonnen. Dies ermöglicht vor allem Begleitläsionen des Rotatorenintervalls, der Subscapularissehne und begleitende Knorpelschäden ideal zu diagnostizieren und gleichzeitig zu behandeln.
3. Subacromiale Diagnostik der Risskonfiguration, evtl. arthro-

skopische subacromiale Dekompression und AC-Gelenkresektion: Nach der diagnostischen Arthroskopie erfolgt das Eingehen in den Subacromialraum. Hier ist vor allem das Anlegen von Hilfsportalen für ein erfolgreiches Vorgehen entscheidend. Nicht ideal platzierte Portale können während der gesamten Operation zum Störfaktor werden. Routinemäßig werden ein laterales Arbeitsportal, ein superiores Neviaser-Portal und ein dorsolaterales Portal gelegt. Zusätzliche Hilfsportale bei Einbringen des Ankers werden situativ gesetzt. Die Entscheidung, ob eine arthroskopische Rekonstruktion des lateralen Klavikeldes durchgeführt wird, hängt von der klinischen Symptomatik des Patienten ab.

Ebenso erfolgt die arthroskopische subacromiale Dekompression nur dann, wenn radiologisch und arthroskopisch ein Engpasssyndrom zusätzlich besteht. Die Mobilität von retrahierten Sehnen wird am besten dadurch beurteilt, dass man mit einer Faszange im lateralen oder anterioren Portal die Rotatorenmanschette fasst und versucht, diese zu reponieren (Abb. 2). Man sollte hier die Vorteile der arthroskopischen Chirurgie ausnutzen und die Risskonfiguration von unterschiedlichen Portalen beurteilen. Die Rissklassifikation in C-, U- oder L-förmige Risse gelingt dadurch sehr einfach. Bei L-förmigen Risskonfigurationen muss die ventrale oder dorsale Mobilität des Lappens ausgetastet werden.

4. Anfrischen des Insertionsareals sowie des freien Randes der Rotatorenmanschette: Grundsätzlich empfehlen wir beim Anfrischen der Insertions-

stelle nur die Anwendung eines Weichteilshavers, da wir die Festigkeit der Corticalis nicht schwächen wollen. Sollte eine ausgeprägte Sklerose des Footprints der Rotatorenmanschette bestehen, kann man hier zusätzlich bei festen Knochenqualitäten mit einem Mikrofracture-Meißel zusätzlich die Einheilungspotenz des Insertionsareals verbessern.

5. Ausgedehnte arthroskopische Mobilisation der Sehne im Falle einer Retraktion: Bei chronisch retrahierten Rissen genügt oft die supraglenoidale Mobilisation nicht, um die Rotatorenmanschette ausreichend mobil zu bekommen. Hierzu empfehlen wir dann die Durchtrennung des anterioren Intervalls zwischen Supraspinatus und Subscapularis, wo wir hier bis an die Basis des Coracoids gehen und auch das coracoacromiale Band durchtrennen. Sollte eine retrahierte Infraspinussehne vorliegen bei einem ausgeprägten retrahierten Riss, kann manchmal auch ein hinterer Intervallslide hilfreich sein, indem man die Dissektion zwischen Infraspinatus und Supraspinatus durchführt und hier bis an die Basis der frei gelegten Spina scapulae geht. Insgesamt gelingt durch solche Mobilisation eine Mobilisationsverbesserung von etwa 1–2 cm [6].
6. Minimierung der Rissgröße: Gerade bei U-förmig retrahierten Rissen oder L-förmigen Rissen hat sich die Seit-zu-Seit-Rekonstruktion oder Margin-convergence-Technik bewährt. Durch diese Technik gelingt nicht nur eine Rissverkleinerung sondern gleichzeitig eine Spannungsreduktion auf den freien Rand der reinserierbaren Rotatorenmanschette [2].

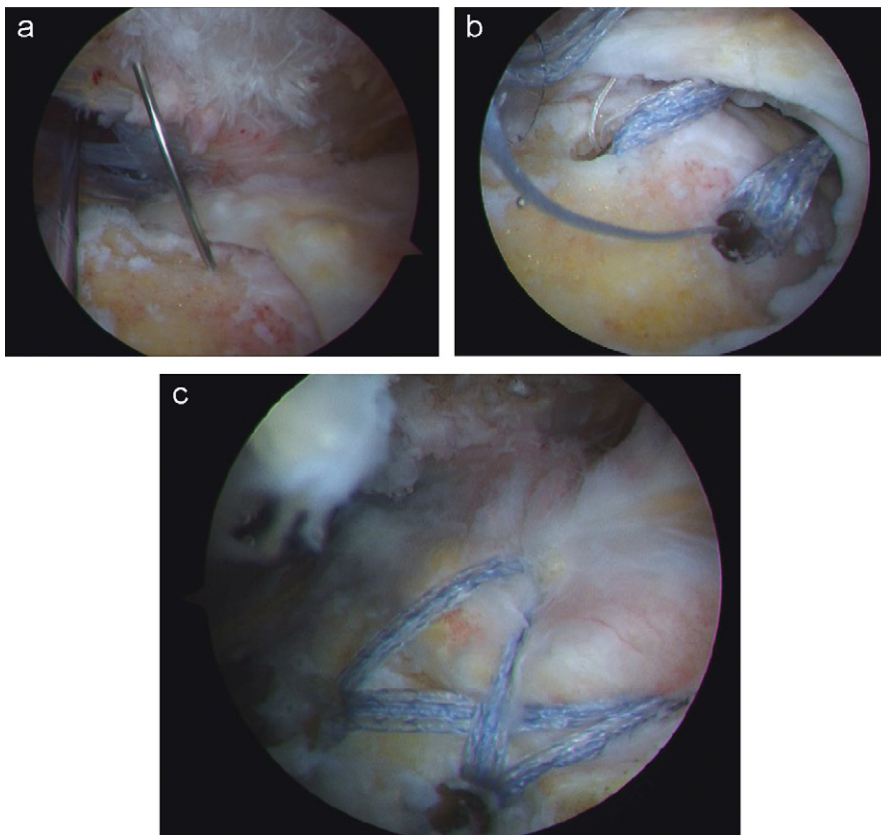


Abbildung 3
 (a) Fixierung der medialen Ankerplatzierung mit einer Spinalnadel, (b) mediale Positionierung von 2 Swivellock C-Ankern der Fa. Arthrex geladen mit 1 Fiberband für die „Speedbridge-Footprint-Rekonstruktion“ und (c) breitflächiges Anpressen der Supraspinatussehne am Insertionsareal mit der Speedbridge-Technik.

7. Ankerplatzierung und Sehnenfixation mit der Footprint-Rekonstruktionstechnik (Suturebridge, modifizierte Speedbridge, Fa. Arthrex; Abb. 3 und 4): Falls eine ausreichende Mobilität der rupturierten Sehne eine breitflächige anatomische Reinsertion am Footprint erlaubt, sollte aus unserer Sicht sowohl aus biomechanischen als auch biologischen Gründen eine Zweireihenfixationstechnik durchgeführt werden. Dabei werden die Anker medial am Footprint platziert, wo auch die höchste Knochenfestigkeit vorhanden ist. Danach werden mit retrograden Sehnenperforatoren oder anti-

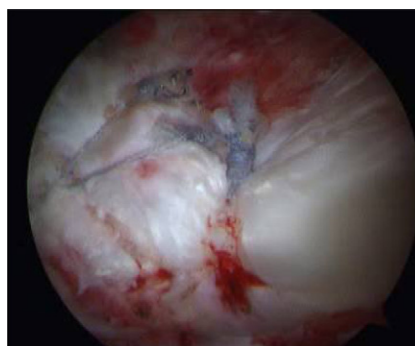


Abbildung 4
 Footprint-Rekonstruktion mit der Suturebridge-Technik (Fa. Arthrex).

graden Zangen (z.B. Scorpio, Fa. Arthrex) die Manschette etwa 2 cm vom Rissrand entfernt perforiert und die Fadenpaare der

doppelt geladenen Anker durch die Rotatorenmanschette hindurch transportiert. Diese doppelt geladenen Anker erlauben auf jeden Fall eine Reduktion der Last auf das einzelne Fadenpaar im Vergleich zu den einfach geladenen Fadenankern. Bei der aktuellen Suturebridge-Technik der Fa. Arthrex (Abb. 4) erfolgt nun das Knüpfen der medialen Fäden in Matratzenaht-Technik. Dann erfolgt nach Laden des neuen Swivellock-Ankers (Fa. Arthrex; Abb. 7) mit den Fäden der medialen Reihe das Einbringen dieses Ankers im lateralen Aspekt des Footprints. Dadurch kommt es nicht nur zu einem breitflächigen Anpressen der Rotatorenmanschette (Footprint-Rekonstruktion), sondern gleichzeitig zu einem erhöhten Anpressdruck, was für das Einwachsverhalten der Rotatorenmanschette am Knochen entscheidend ist.

Dieselbe Technik kann auch mit vier Swivellock-Ankern der Fa. Arthrex erfolgen, indem breite Fiberwirebänder durch die Rotatorenmanschette durchgebracht werden und in einer gekreuzten Form dann die Rotatorenmanschette breitflächig anpressen (Abb. 3b und c). Aus unserer biomechanischen Studie hat sich gezeigt, dass die Kombination dieser Technik mit einer medialen Matratzenaht die höchste Fixationsfestigkeit ergibt. Auch bei den Subscapularis-Rekonstruktionen streben wir eine Zweireihenfixation an (Abb. 6). Im Falle einer horizontalen Delamination der Infraspinatus- oder Supraspinatussehne wird bei uns ebenso eine Zweireihenfixation und gleichzeitig eine Zweischichtenfixation durchgeführt (Abb. 5). Dazu ist es notwendig, dass die inferiore Schicht der

Rotatorenmanschette am medialen Footprint und die superiore Schicht der Rotatorenmanschette am lateralen Footprint befestigt werden. Nur dadurch garantiert man eine anatomische Rekonstruktion des Sehnenmaterials ("Double-row-double-layer repair").

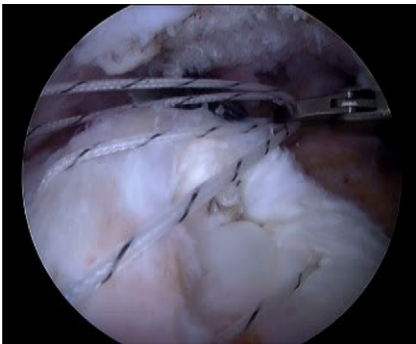


Abbildung 5
Anatomische "Double-layer-double-row" Rekonstruktion der SSP-Sehne.

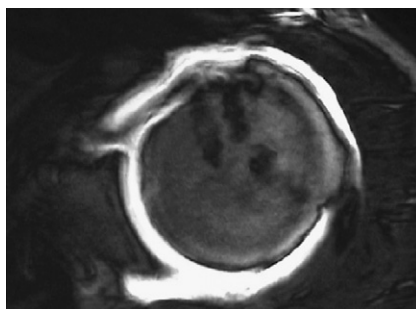


Abbildung 6
Erfolgreiche Einheilung einer Subscapularis-sehnenbahn nach Double-row-Rekonstruktion.

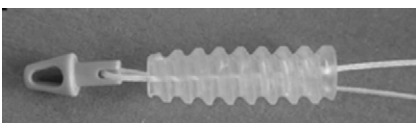


Abbildung 7
Swivelock C-Anker (Fa. Arthrex).

Operationstaktik bei Massenrupturen

Bei der Versorgung von Massenrupturen hat sich folgendes Vorgehen bewährt:

Zuerst wird immer die Sehne des Musculus subscapularis versorgt, wobei hier zusätzliche anteriore Arbeits- und Optikzugänge notwendig sind. Nach erfolgter Rekonstruktion der Subscapularissehne erfolgt die Fixation der Supra- und Infraspinatussehne. Liegt eine Bizepssehnenproblematik vor, wird entweder eine Bizepssehnenentodese bei jüngeren Patienten bzw. eine Tenotomie bei älteren Patienten durchgeführt.

Ergebnisse

In unserer prospektiven Studie [1] wurden zwischen Jänner und Juli 2002 115 Patienten mit Rotatorenmanschetten-Läsionen (kleine, mittlere und große Rupturen sowie Massenrupturen) operiert. Alle in die Studie inkludierten Patienten erhielten einen Nachuntersuchungstermin 24 Monate nach der Operation, so dass der minimale Nachuntersuchungszeitraum 24 Monate betrug. Wir haben präoperativ mittels MRT die fettige Degeneration und Atrophie nach Gouttallier, modifiziert nach Fuchs und Gerber [12], klassifiziert sowie nach 24 Monaten bei den Patienten Arthro-MRTs veranlasst, um die Qualität der Rekonstruktion zu beurteilen. Zwei unabhängige Untersucher evaluierten die MR-Bilder auf Sehnenintegrität. Wir sind der Meinung, dass eine reine MRT-Untersuchung, vor allem bei Teilabrissen der Sehne die Beurteilung der Kontinuitätsunterbrechung nicht ermöglicht. Es wurden in den Re-Ruptur-Kriterien auch Teilabriss der Sehne, die sehr klar durch die Arthro-MRT-Untersuchung festgestellt werden können,

integriert. Re-Ruptur-Kriterien waren die fehlende Kontinuität der Sehne oder Teilabriss der Sehne.

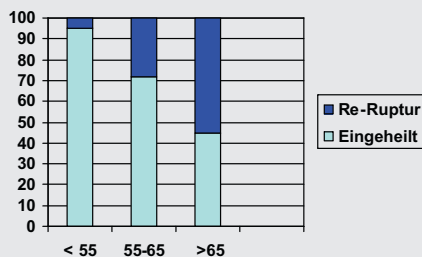
Das Patientenkollektiv umfasst 34 Patienten mit Massenrupturen über 5 cm mit einem Durchschnittsalter von 66,3 Jahren und einer durchschnittlichen Rissgröße von 6,3 cm. 81 Patienten hatten isolierte Supraspinatussehnenrupturen sowie eine durchschnittliche Rissgröße von 2,8 cm. In 80 Prozent der Fälle gelang eine Zweireihenfixation mit einer medialen und einer lateralen Ankerreihe. In 20 Prozent der Fälle erfolgte eine Kombination von Zweireihen- und Einreihenfixation oder überhaupt nur eine einreihige Fixation.

Die funktionellen Ergebnisse bei Verwendung des UCLA-Shoulder-Score zeigen eine Funktionsverbesserung bei Rissgrößen 1–3 cm von 16,3 auf 31,1 Punkte. Bei Rissgrößen 3–5 cm eine Verbesserung von 15,5 auf 32,6 Punkte und bei den Massenrupturen eine Verbesserung des Scores von 6,8 auf 30 Punkte. Signifikant war auch bei den Massenrupturen eine Verbesserung des Schmerzfunktionscores und auch der Zufriedenheit der Patienten. Kam es jedoch zu einem neuerlichen Abriss nach Massenrupturen, dann sank die Erfolgsquote bei diesen Patienten auf durchschnittlich 28 Punkte.

In unserer Studie hat die Re-Ruptur keinen eigentlichen Einfluss auf die Funktion und die Zufriedenheit des Patienten, jedoch erheblich auf die postoperative Kraftentwicklung. Rerupturierte Patienten haben eine durchschnittliche Kraft von 4,2 kg, bei intakten Sehnen konnten wir eine durchschnittliche Kraftentfaltung von 8,6 kg ($P = 0,001$) feststellen.

Die Re-Ruptur-Rate im postoperativen Arthro-MRT betrug insgesamt 26,1%. Eine wasserdichte Einheilung fanden wir in 73,9%.

Tabelle 2. Einfluss des Alters auf die Re-Ruptur-Rate.



Wir haben in dieser Studie auch Faktoren untersucht, welche die Re-Ruptur-Rate beeinflussen können und haben dabei festgestellt, dass die Re-Ruptur im Atrophie- und Verfettungsstadium Grad III und IV signifikant ansteigt. Die Re-Ruptur-Rate im Stadium III beträgt 31%, im Stadium IV 52,6%. Des Weiteren konnten wir feststellen, dass auch das Alter einen erheblichen Einfluss auf die Re-Ruptur-Rate hat. Die Einheilungsrate reduziert sich bei Patienten über 65 Jahren auf 45% (Tabelle 2). Die in unserer Studie festgestellte Re-Ruptur-Rate ist vergleichbar mit anderen Arbeiten, die ebenfalls die Kernspintomographie als Kontrollinstrument benutzten.

Aus unserer Sicht muss einerseits die Indikation zur Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion aufgrund dieser Ergebnisse bei Patienten in höherem Alter sowie bei Verfettung und höherer Atrophie der Muskulatur sehr kritisch gestellt werden. Andererseits zeigen nahezu die Hälfte dieser operierten Patienten trotz schlechter Ausgangssituation ein zufriedenstellendes Resultat. Es konnten bei diesen Patienten ausgedehnte Eingriffe wie Muskeltransferoperationen oder inverse Prothesen vermieden werden.

Zusammenfassung

Die arthroskopische Rotatorenmanschetten-Chirurgie hat sich in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt. Neben biologischen Faktoren tragen vor allem biomechanische Faktoren wie etwa die neuentwickelten Sehnennahttypen (Footprint-Rekonstruktionen, Suturebridge/Speedbridge) erheblich zum Erfolg einer Rotatorenmanschettennaht bei. Die klinischen Ergebnisse sind mit denen des offenen Verfahrens vergleichbar, wobei die Vorteile der arthroskopischen Chirurgie neben der Behandlung von Begleitverletzungen auch in der geringeren Morbidität und in den verbesserten Mobilisationstechniken und Rissdarstellungen zu sehen sind.

Literatur

- [1] W. Anderl, Neuentwicklungen in der orthopädisch-chirurgischen Therapie der Schulter: Der Radiologe 44/16 (2004).
- [2] S.S. Burkhart, A stepwise approach to arthroscopic rotator cuff repair based on biomechanical principles, Arthroscopy 16 (2000) 82–90.
- [3] S.S. Burkhart, Arthroscopic rotatorcuff repair: analysis of results by tear size and by repair technique – margin convergence versus direct tendon to

bone repair, Arthroscopy 17 (2001) 905–921.

- [4] S.S. Burkhart, Arthroscopic treatment of massive rotator cuff tears, Clin. Orthop. Related Res. 390 (2001) 107–118.
- [5] S.S. Burkhart, J. Esch, S. Jolson, The rotator crescent and rotator calbe: an anatomic description of the shoulder's "suspension bridge," Arthroscopy 9 (1993) 611–616.
- [6] I.K. Lo, S.S. Burkhart, Arthroscopic repair of massive, contracted, immobile rotator cuff tears using single and double interval slides: technique and preliminary results, Arthroscopy 20 (2004) 22–33.
- [7] C.P. Ma, J.D. MacGillivray, J. Clabeaux, S. Lee, J.C. Otis, Biomechanical evaluation for arthroscopic rotator cuff stitches, J. Bone Joint Surg. Am. 86 (2004) 1211–1216.
- [8] D.C. Meyer, S.F. Fucentese, B. Koller, C. Gerber, Association of osteopenia of the humeral head with full thickness rotator cuff tears, JSES 13 (2004) 333–337.
- [9] J.J.P. Warner, L. Higgings, I.M. Parsons, P. Dowdy, Diagnosis and treatment of anterosuperior rotator cuff tears, J. Shoulder Elbow Surg. 10 (2001) 37–46.
- [10] M.T. Scheibel, P. Habermeyer, A modified Mason-Allen technique for rotator cuff repair using suture anchors, Arthroscopy 19 (2003) 330–333.
- [11] F. Gohlke, E. Janssen, J. Leidel, B. Heppelmann, J. Eulert, Histomorphologische Befunde zur Propriozeption am Schultergelenk, Orthopädie 27 (1988) 510–517.
- [12] B. Fuchs, D. Weishaupt, M. Zanetti, J. Hodler, C. Gerber, Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging, J. Shoulder Elbow Surg. 8 (1999) 599–605.

Korrespondenzadresse:

Dr. Werner Anderl
KH. Barmherzige Schwestern Wien
Orthopedic Clinic
Stumpergasse 13
A-1060 Wien
Tel.: 0431599882103
E-Mail: werner.anderl@bhs.at