

S2e-Leitlinie „Rotatorenmanschette“

AWMF – Registernummer: 033 - 041

Version vom März 2017

Federführende Fachgesellschaft

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC)

Federführender Autor

Prof. Dr. Liem & Prof. Dr. Brunner

Beteiligte Fachgesellschaften:

Deutscher Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) als Sektion der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie (DGOOC) und der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU)

Berufsverband für Arthroskopie e.V. (BVASK)

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft Arthroskopie (AGA)

Deutscher Verband für Physiotherapie / Zentralverband der Physiotherapeuten/Krankengymnasten e.V. (ZVK)

Gesellschaft für Orthopädisch- Traumatologische Sportmedizin (GOTS)

AWMF-Leitlinien-Register Nr. 033/041

Rotatorenmanschette (S2e)

Koordinatoren:

- Prof. Dr. med. Ulrich Brunner
- Prof. Dr. med. Dennis Liem

Gremium:

- Eckhardt Boehle (Generalsekretär ZVK)
- Dr. med. Ansgar Ilg (BVASK)
- Prof. Dr. med. Philip Kasten (GOTS)
- Prof. Dr. med. Lars Lehmann
- Prof. Dr. med. Andreas Imhoff (AGA)
- Prof. Dr. med. Markus Scheibel (Präsident DVSE)
- Prof. Dr. med. Christine Voigt (DGU)

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines / Methodik.....	4
1.1 Definition/Terminologie.....	4
1.2 Ätiologie / Pathogenese	5
2. Epidemiologie.....	8
2.1 Prävalenz der kompletten Rotatorenmanschettenruptur	8
2.2 Prävalenz der partiellen Rotatorenmanschettenruptur	9
2.3 Koinzidenzen (Os acromiale, Tendinosis calcarea).....	10
3. Klassifikation	11
4. Diagnostik.....	17
4.1 Anamnese	17
5. Klinische Untersuchung	17
5.1 Inspektion.....	17
5.2 Palpation	18
5.3 Bewegungsprüfung.....	18
5.4 Kraftbeurteilung	18
5.5 Allgemeine klinische Untersuchung:	22
6. Bildgebung.....	23
6.1 Basisdiagnostik:	23
6.2 Weiterführende Diagnostik bei Nachweis einer Läsion:.....	23
6.3 Beurteilung Differentialdiagnosen:	25
7. Therapie.....	26
7.1 Therapeutische Prinzipien	26
7.2 Indikation/Operationszeitpunkt.....	26
7.3 Differentialdiagnosen:.....	27
7.4 OP-Technik.....	27
8. Konservative Therapie	29
8.1 Behandlungsverfahren	29
8.2 Operative Therapie.....	31
8.3 Logistik	31
8.4 Perioperative Maßnahmen	31
8.5 Häufigste Verfahren	31
8.6 Additive Verfahren	35
8.7 Operationszeitpunkt.....	36
8.8 Postoperative Maßnahmen.....	37
9. Komplikationen	38
10. Nachbehandlung.....	41

10.1	Immobilisation	41
10.2	Physiotherapie.....	42
11.	Literatur	43

1. Allgemeines / Methodik

Die Leitlinie Rotatorenmanschette wurde mit dem Ziel erstellt, die Diagnostik und Behandlung von Patienten mit Rotatorenmanschettenläsionen zu optimieren. Im Bereich Diagnostik wurden insbesondere bildgebende Verfahren auf ihre Sensitivität und Spezifität geprüft, um die Diagnose zu verbessern, aber auch unnötige Bildgebung zu vermeiden. Die Indikation zur konservativen oder operativen Behandlung soll mit Hilfe der Leitlinie gezielt gestellt werden können. Aktuelle Behandlungsverfahren werden auf ihre Effektivität anhand des höchsten vorhandenen Evidenzniveaus bewertet.

Zielgruppe der Leitlinie sind Ärzte, die Patienten mit Schulterschmerzen behandeln. Dies sind sicherlich in erster Linie Ärzte der Fachrichtungen Orthopädie und Unfallchirurgie, aber auch Ärzte anderer Fachrichtungen wie Chirurgie oder Allgemeinmedizin.

Die Leitlinie Rotatorenmanschette wurde als S2e-Leitlinie erstellt. In einem entsprechenden Literaturscreening wurden über 10.000 Artikel von der Kommission gefunden und geprüft und nach dem Bewertungsmodell „best available evidence“ bewertet. Die methodische Vorgehensweise bei der Erstellung dieser Leitlinie ist im Leitlinienreport dargelegt. Alle Aussagen und Empfehlungen, die in der Literatur mit entsprechendem Evidenzgrad belegbar sind, wurden entsprechend gekennzeichnet.

Des Weiteren sind Empfehlungen der Leitlinien-Kommission in die Leitlinie eingearbeitet, die neben der vorliegenden Evidenz als Konsens-Empfehlung der interdisziplinären Kommission zu verstehen sind. Diese sind entsprechend gekennzeichnet.

1.1 Definition/Terminologie

Definition:

Die Rotatorenmanschettenläsion ist eine teilweise (partielle) oder komplette Kontinuitätsunterbrechung von Sehnenfasern einer oder mehrerer Sehnen der Rotatorenmanschette.

Bei Partialrupturen finden sich diese artikulareseitig, bursaseitig oder intratendinös.

Bei kompletten oder transmuralen Läsionen liegt eine vollschichtige Durchtrennung der betroffenen Sehne vor, wodurch eine Kommunikation zwischen glenohumeralem Gelenk- und Subacromialraum entsteht.

Terminologie:

a. Partialläsion

- Supraspinatus artikularseitig (SSP)
- Supraspinatus bursaseitig (SSP)
- Supraspinatus intratendinös (SSP)
- Subscapularis (SSC)
- Infraspinatus (ISP)
- Teres minor (TM)

b. Komplette Läsionen

- Anteriore Läsionen (SSC)
- Anterosup. Läsionen (SSC-SSP)
- Superiore Läsionen (SSP)
- Posterosup. Läsionen (SSP-ISP)
- Posteriore Läsionen (ISP)
- Massenrupturen (SSP-ISP-SSC)
- Teres minor

c. Intervall-Läsionen

1.2 Ätiologie / Pathogenese

a. Extrinsische Tendopathie:

Outlet-Impingement: Pathologischer Kontakt zwischen anteroinferiorem Acromion mit Lig. coracoacromiale einerseits und der Supraspinatussehne andererseits.

Das Konzept des Outlet-Impingement wird in der aktuellen Literatur kontrovers diskutiert:

Pro:

- Assoziation von Rotatorenmanschettenläsionen mit für das Impingement typischer Acromion-Morphologie [1-3].

Contra:

- Lokalisierung der Läsionen häufig nicht im potentiellen Kontaktbereich der Supraspinatussehne mit dem Acromion.

- Keine Evidenz für mechanischen Kontakt zwischen Acromion und Supraspinatussehne in experimentellen Studien bei artikulareseitigen Rupturen (4).

b. Intrinsische Tendopathie:

Biologische Faktoren im Sinne der Sehnendegeneration, welche im Verlauf zur Rotatorenmanschettenläsion führen:

1. Sehnendurchblutung:

Zone relativer/veränderter Vaskularität im Bereich der „Critical zone“: Ansatznahe Zone der Supraspinatussehne [4-7].

2. Sehnendegeneration:

- Verlust der Integrität der Faserbündel
- Reduktion der Zellularität
- Anstieg des Kollagen III Gehaltes
- Mukoide Degeneration

c. Repetitive Mikrotraumen

a. Strukturelle Schäden an der Rotatorenmanschette (Partialläsionen) können bei jungen Überkopfsportlern im Sinne eines repetitiven Überlastungsschadens bei sog. internen Impingementformen („Posterosuperiores Impingement“, „Anterosuperiores Impingement“) auftreten.

d. Traumen

1. Unfallbedingte Rupturen können durch potenziell geeignete Verletzungsmechanismen entstehen:
 - Exzentrische Belastung kontrahierter Anteile der Rotatorenmanschette, z.B. bei passiv forcierter Außen- oder Innenrotation beim Festhalten im Rahmen eines Sturzes,
 - Passive Traktion nach kaudal, z.B. beim Auffangen eines schweren Gegenstandes,
 - Axiale Stauchung nach kranioventral oder ventromedial, z.B. bei einem Sturz auf den nach hinten gestreckten Arm.
2. Schulterluxation: Im Rahmen traumatischer Schultergelenkluxationen bei älteren Patienten kommt es typischerweise zu Rupturen der Supraspinatus- und/oder Subscapularissehne.

e. Medikamentös/toxisch (Cortison)

Die Ergebnisse nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion scheinen schlechter, wenn >4 Steroidinjektionen präoperativ erfolgten [8].

Evidenzlevel 4

Der Einsatz von Triamcinolon scheint die biomechanischen Eigenschaften des Sehngewebes der Rotatorenmanschette zu schwächen und für höhere Rerupturraten nach Supraspinatussehnenrekonstruktionen verantwortlich zu sein [9].

- f. Infektion
- g. Bestrahlung
- h. Injektion
- i. Rauchen

Rauchen scheint die Inzidenz einer Rotatorenmanschettenläsion zu erhöhen. Hier liegt aktuell nur eine Level 3 Studie vor. Bezüglich der Schulterfunktion bei Rotatorenmanschettenruptur liegen mehrere Level 4 Studien vor, die eine schlechtere Schulterfunktion bei Rauchern nachweisen.

Evidenzlevel 4

j. Genetik

Genetische Faktoren scheinen sowohl bei der Entstehung, als auch bei der Progression von Rotatorenmanschettenrupturen eine entscheidende Rolle zu spielen.

Evidenzlevel 4

2. Epidemiologie

2.1 Prävalenz der kompletten Rotatorenmanschettenruptur

Symptomatische Rotatorenmanschettenrupturen:

Allgemeine Prävalenz: 20 – 35%

3. Lebensjahrzehnt: 2,5 %

4. Lebensjahrzehnt: 6 %

5. Lebensjahrzehnt: 13 %

6. Lebensjahrzehnt: 26 %

7. Lebensjahrzehnt: 46 %

8. Lebensjahrzehnt: 50 %

Prävalenz steigt signifikant mit zunehmendem Alter.

Asymptomatische komplette Rupturen:

Allgemeine Prävalenz: 16 – 23 %

5. Lebensjahrzehnt: 13 %

6. Lebensjahrzehnt: 20 %

7. Lebensjahrzehnt: 31 %

8. Lebensjahrzehnt: 51 %

[10-12]

Hinsichtlich ROM und Score kein signifikanter Unterschied im Vgl. zur intakten RM.

Klinischer Funktionsverlust scheint einen Übergang zur symptomatischen Ruptur darzustellen (Risiko-Ruptur!), insbesondere bei bestehenden Schmerzen.

Symptomatische Rotatorenmanschettenrupturen zeigen pos. Impingement-Tests sowie häufig eine Außenrotationsschwäche der betroffenen, überwiegend dominanten Schulter.

Natürlicher Verlauf von Rotatorenmanschettenrupturen

Die Entstehung von Rotatorenmanschettenrupturen scheint eine positive Korrelation mit zunehmendem Alter zu haben

Evidenzlevel 4

Der natürliche Verlauf von kompletten Rotatorenmanschettenrupturen scheint eine Zunahme der Rupturgröße in über 50 % der Patienten über einen Zeitraum von 2-3 Jahren aufzuzeigen.

Evidenzlevel 4

Symptomatische Rupturen scheinen signifikant größer (30 %) als asymptomatische Rupturen.

Evidenzlevel 4

Größere Rupturen scheinen eine höhere Rate an Größenzunahme aufzuzeigen als kleinere Rupturen.

Evidenzlevel 4

Entwicklung von Schmerzen und Funktionseinschränkungen scheinen auf eine Größenzunahme der Ruptur, Zunahme der Muskelatrophie sowie eine signifikante Zunahme der fettigen Degeneration hinzudeuten.

Evidenzlevel 4

Mögliche Risikofaktoren: Traumatische Genese, dominanter Arm, Alter.

Evidenzlevel 4

[13-17]

2.2 Prävalenz der partiellen Rotatorenmanschettenruptur

Prävalenz der Supraspinatussehnenruptur 13-37 %

Prävalenz der partiellen Subscapularisruptur: 13-24 %

Selten isoliert, vielmehr vergesellschaftet mit Rotatorenmanschettenläsionen (kompletter Ruptur der Supraspinatussehne), gehäuft mit Läsionen der langen Bizepssehne (LBS).

Kombinierte Partilläsionen von Supra- und Subscapularissehne treten gehäuft, im Rahmen von Läsionen des Pulley-Systems, beim anterosuperiorem Impingement auf.

2.3 Koinzidenzen (Os acromiale, Tendinosis calcarea)

Os acromiale: möglicher Ko-Faktor bei der Entstehung einer Rotatorenmanschettenruptur, 6 %

Tendinosis calcarea

3. Klassifikation

Ätiologie:

Klassifikation nach Neer:

- Typ I: traumatisch
- Typ II: infolge Schulterluxation
- Typ III: degenerativ/Impingement

Lokalisation:

Klassifikation nach Habermeyer [18]:

- Zone A: ventrale Abschnitte mit SSC, Rotatorenintervall, lange Bizepssehne
- Zone B: kranialer Abschnitt im Bereich des SSP
- Zone C: dorsale Läsionen im Bereich des ISP und M. teres minor

Klassifikation nach Patte (Topographie im sagittalen Durchmesser) [19]:

- Segment 1: SCP
- Segment 2: Ruptur des coracohumeralen Ligaments
- Segment 3: Isolierte SSP Ruptur
- Segment 4: Ganzer SSP und hälftig ISP
- Segment 5: SSP und ISP
- Segment 6: SCP, SSP und ISP

Klassifikation der SSC-Rupturen nach Fox & Romeo [20]:

- Typ I: Partialruptur
- Typ II: Komplette Ruptur der oberen 25 % der Sehne
- Typ III: Komplette Ruptur der oberen Hälfte der Sehne
- Typ IV: Komplette Ruptur der Sehne

Klassifikation der SSC-Rupturen nach Lafosse [21]:

- 1: Partiailläsion des oberen Drittels
- 2: Komplette Läsion des oberen Drittels
- 3: Komplette Läsion der oberen zwei Drittel
- 4: Komplette Läsion mit zentriertem Humeruskopf und fettiger Degeneration kleiner oder gleich Goutallier Stadium III
- 5: Komplette Läsion mit dezentriertem Humeruskopf und fettiger Degeneration größer oder gleich Goutallier Stadium III

Klassifikation der SSP-Partiailläsion nach Snyder [22]:

Klasse A: artikulareseitige Rupturen

Klasse B: bursaseitige Rupturen

Klasse C: komplette Rupturen

Zusätzlich wird die Größe der jeweiligen Ruptur beurteilt:

Grad 0: intakte Rotatorenmanschette, leichte Auflagerung von Synovia/Bursa

Grad I: < 1 cm, Synovitis

Grad II: 1 cm, Sehnen Splicing, Sehnenpartialruptur

Grad III: < 3 cm, Fragmentation

Grad IV: > 3 cm, schwerwiegende proximale RM Partialruptur, Lappenriss

Klassifikation der Partialruptur n. Ellman und Gartsman [23]:

Grad 0 : Normalbefund

Grad I : <1/4 des Sehnendurchmessers oder <3 mm

Grad II : <1/2 des Sehnendurchmessers oder 3-6 mm

Grad III: >6 mm

Subklassifikation Grad III:

Lokalisation: bursaseitig, artikularseitig, intratendinös

Form: Crescent
Reverse L-förmig
L-förmig
Trapezoidal
Massenruptur

Klassifikation der SSP-Komplettruptur n. Bayne und Bateman [24]:

Grad I: <1cm
Grad II: 1-3cm
Grad III: 3-5cm
Grad IV >5cm

Radiologische Klassifikationen

Klassifikation der SSP-Sehnenretraktion n. Patte [19]:

Stadium I: proximaler Sehnenstumpf zwischen Tuberculum majus und Apex
Stadium II: proximaler Sehnenstumpf zwischen Apex und Glenoidrand
Stadium III: proximaler Sehnenstumpf auf Höhe des Glenoids oder dahinter

Klassifikation der fettigen Infiltration nach Goutallier (CT) [25]:

Grad I: geringe Verfettung
Grad II: weniger muskuläre Verfettung als Muskelmasse
Grad III: fettige Degeneration mit Muskelmasse identisch
Grad IV: vermehrte fettige Degeneration im Vergleich zur Muskelmasse

Klassifikation der fettigen Infiltration nach Fuchs (MRT) [26]:

Fettige Infiltration entsprechend der Goutallier Klassifikation im MRT

Klassifikation der muskulären Atrophie nach Thomazeau (MRT) [27]:

- Grad I: normaler oder nur gering atrophiertes Muskel, bei dem das Verhältnis zwischen Muskel und Fossa supraspinata zwischen 1,00 und 0,60 liegt
- Grad II: mäßige Atrophie, das Verhältnis Muskel zu Fossa supraspinata liegt zwischen 0,60 und 0,40
- Grad III: schwere Atrophie, das Verhältnis Muskel zu Fossa supraspinata liegt $< 0,40$

Tangentenzeichen nach Zanetti zur Beurteilung der muskulären Atrophie (MRT) [28]:

Tangente zwischen oberem Rand der spina scapula und Oberrand des Processus coracoideus im parasagittalen MRT.

Tangentenzeichen positiv: Muskel des SSP überquert die Tangente nicht.

Expertenempfehlung: Folgende Klassifikationen können erwogen werden:

Subscapularis:	Fox
Supraspinatus:	Bateman
Supraspinatuspartialläsionen:	Snyder
MRT SSP:	Patte
MRT FI (fettige Infiltration):	Fuchs

Bewertungssysteme (Scores)

Lebensqualität:

- SF-36 / SF 12: krankheitsunspezifisches Messinstrument zur Erhebung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität
- Shoulder-Pain-and-Disability-Index (SPADI): Selbstbeurteilungs-Fragebogen bestehend aus 20 Punkten [29]
- Oxford-Shoulder-Score (OSS): 12 subjektiv zu beantwortende Fragen mit je 5 Antwort-Möglichkeiten und max. 60 Punkten [30]
- Rotator cuff quality of life measure (RC-QOL) Krankheitsspezifischer Score zur RM Ruptur mit 21 Fragen in 5 Hauptkategorien [31]

Funktionelle Scores:

- Visual Analogue Scale (VAS): Schmerzangabe auf visueller Analog Skala von 1-10 [32]
- Subjective shoulder value (SSV): subjektive Einschätzung der prozentualen „Wertigkeit“ der eigenen Schulter [33]
- Simple Shoulder Test (SST): 12 mit ja oder nein zu beantwortende Fragen
- Disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH / Short DASH): Subjektive Einschätzung der Funktion der oberen Extremität anhand von 30 Fragen [34]
- Self administered questionnaire for assessment of symptoms and function of the shoulder according to L'Insalata: Selbstbeurteilungs-Fragebogen mit 21 Fragen [35]
- Constant Score: 100 Pkt. Score mit objektiven und subjektiven Parametern [36]
- American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES)-Score: Score mit subjektiven und objektiven Parametern zur Erfassung von Schmerz und Funktion [37]
- University of California at Los Angeles (UCLA)-Score: Score mit subjektiven und objektiven Parametern zur Erfassung von Schmerz und Funktion [38]
- Western Ontario rotator cuff index (WORC): Selbstbeurteilungs-Fragebogen mit 21 Fragen zur Erfassung der Funktionseinschränkung der oberen Extremität [39]

Expertenempfehlung: Die Anwendung folgender Scores kann empfohlen werden:

- **Constant Score**
- **VAS**

4. Diagnostik

4.1 Anamnese

- Trauma: Ja/Nein
- Unfallmechanismus / Stellung des Armes
- Unfallzeitpunkt
- Patientenalter
- Symptome
- Schmerz? Schmerzbeginn? Lokalisation, bewegungsabhängig, Ruhe-/Nachtschmerz?
VAS
- Bewegungseinschränkung?
- Neurologische Symptome / Kraftminderung?
- zeitlicher Verlauf des Schmerzes:
 - Crescendo-/Decrescendo-Verlauf
- Vorschäden/Risikofaktoren
- familiäre Häufung/genetische Faktoren
- Anamnesedauer: akut <6 Wochen; subakut 6 Wo - 6 Mo; chronisch 6 Mo - 1 Jahr; alt >1 Jahr
- Beruf? Überkopfarbeit?
- Sport, Kraftsport, Überkopfsportler?

5. Klinische Untersuchung

5.1 Inspektion

- Atrophie in der Fossa supraspinata spricht für chronischen, schwer reparablen Riss der Supraspinatussehne (Atrophie in Fossa infraspinata entsprechend M. infraspinatus).
- Atrophie des Deltamuskels als seltenere Differentialdiagnose für Verlust der aktiven Beweglichkeit der Schulter.

5.2 Palpation

- Druckschmerzen am Tuberkulum majus (in Retroversion des Armes, um Tuberkulum majus vor dem Akromion besser palpieren zu können) und Tuberkulum minus (bei Subscapularisläsionen) können für Riss sprechen (DD subakromiale Bursitis).
- Druckschmerzen im Sulcus bicipitalis sprechen für Mitbeteiligung des langen Kopfes der Bicepssehne, am AC-Gelenk für ACG-Arthrose / -Arthritis.

5.3 Bewegungsprüfung

- Wichtig ist die Unterscheidung der aktiven und passiven Beweglichkeit (eingeschränkte passive Beweglichkeit, v.a. der Außenrotation spricht für Reduktion des Kapselvolumens, d.h. Schultersteife). Eine vermehrte passive Außenrotation spricht für eine Subscapularisläsion.
- Aktive Bewegungseinschränkung kann schmerzbedingt oder durch Kraftverlust infolge Rotatorenmanschetten-Läsion verursacht sein (mit subakromialer Injektion mit Betäubungsmittel kann eine schmerzbedingte Bewegungseinschränkung ausgeschlossen werden).
- Globale Prüfung des Bewegungsausmaßes mit Schürzen-(Innenrotation) und Nackengriff (Außenrotation und Abduktion), differenzierter nach Neutral-Null-Methode (Pseudoparalyse kann durch eine ausgedehnte RM-Läsion mit Störung des vorderen und hinteren Kräftegleichgewichts bedingt sein).

5.4 Kraftbeurteilung

- Spezifische Tests zur Kraftmessung der einzelnen Sehnen:
 - M. Supraspinatus: Jobe Test (empty-can Test, full-can Test, drop-arm Test, 0° Abduktionstest)
 - Infraspinatus: Kraftmessung ARO in 0° Abduktion; Hornblower-Zeichen
 - Subscapularis: Lift-off Test, Belly-press Test, Belly-off Test, Bear-hug Test
- Bei massiven Rissen auch Lag-Tests in IRO (Subscapularis) und ARO (Infraspinatus) Position.

- Wichtige Tests bei Begleitpathologien:
 - AC-Gelenk: Horizontaladduktion in 90° Abduktion;
 - Bicepssehne: „Palm-up“ Test, Yergasson Test;
 - Impingement Test: Hawkins/Kennedy, Neer

Autor	Struktur/Befund	Sensitivität (%)	Spezifität (%)	positiv prädiktiver Wert (%)
Jobe/Empty-Can-Test				
	SSP			
Itoi et al. 1999 [40]	Muskelschwäche und/oder Schmerzen	89	50	
	Nur Muskelschwäche	77	68	
Jobe/ Full-Can-Test				
	SSP			
Itoi et al. 1999 [40]	Muskelschwäche und/oder Schmerzen	86	57	
	Nur Muskelschwäche	77	74	
Drop-Arm-Test				
Park et al. 2005 [41]	Komplette RM-Läsion, Bursitis/Tendinitis	34,9	87,5	
		13,6		69,1
Calis et al. 2000 [42]	Subakromialsyndrom mit Affektion der RM	7,8	97,2	8
				87,5
ARO-Lag-Zeichen				
Hertel et al. 1996 [43]	M. supraspinatus	70	100	
Castoldi et al. 2009 [44]	M. supraspinatus	56	98	
Belly-press-Test				
	SSC			
Bartsch et al. 2010 [45]	Modifikation nach Scheibel	80	88	
Barth et al. 2006 [46]	Belly-press-Test nach Gerber	40	97,9	
Barth et al. 2006 [46]	Napoleon-Zeichen nach Burkhart	25	97,9	
Belly-off-Zeichen				
Bartsch et al. 2010 [45]	SSC±SSP, ISP	86	91	
Bear-hug-Test				
Barth et al. 2006 [46]	SSC±SSP, ISP	60	91,7	
Lift-off-Test				
Scheibel et al. 2005 [47]	Komplette Ruptur SSC	100		

IRO-Lag-Zeichen				
Hertel et al. 1996 [43]	M. subscapularis	95	96	

5.5 Allgemeine klinische Untersuchung:

- Beurteilung der peripheren Durchblutung, Motorik und Sensibilität zum Ausschluss von u.a. Plexusläsionen oder Thoracic-Outlet Syndrom.
- Bei v.a. entzündlicher (bakterieller oder rheumatischer) Genese: Klinisches Labor (z.B. BB, CRP).
- Beurteilung der HWS (Radikulopathien).

6. Bildgebung

6.1 Basisdiagnostik:

- Röntgen der Schulter ap im Stehen in 0° Rotation und entspanntem Arm, Messung akromiohumeraler Abstand, Sklerosierung Tuberkulum majus
- Zweite Ebene: axial (Zentrierung) und/oder „Outlet“-Aufnahme

Expertenempfehlung:

Als nativradiologische Basisdiagnostik kann eine Röntgenaufnahme in 3 Ebenen erwogen werden. Die relevanten Aufnahmen sind dabei eine Aufnahme in anteroposteriorer (ap) Projektion, eine axiale Aufnahme und eine Outlet-Aufnahme. Zur Diagnostik kann eine native MRT-Untersuchung durchgeführt werden.

6.2 Weiterführende Diagnostik bei Nachweis einer Läsion:

- **Ultraschall** (Beurteilung Sehnenbeteiligung, Retraktion)
- **MRT** (Rissform, Retraktion der Sehne und wichtig zur OP-Planung wegen Beurteilbarkeit der fettigen Degeneration und Atrophie des Muskels)
- Eine **MR-Arthrographie** wird eingesetzt, um partielle Risse im Vergleich zum Ultraschall und nativen MRI besser darstellen zu können. Zur Feststellung eines kompletten RM-Risses kann es die Sensitivität und Spezifität im Vergleich zum nativen MRT entsprechend der aktuellen Datenlage nicht erhöhen [48].
- **Arthro- CT**: (Rissform, Retraktion, Beurteilung der fettigen Degeneration und Atrophie, zusätzlich exzellente Knochendarstellung bei allerdings Strahlenbelastung und Infektionsrisiko). Die Sensitivität des Arthro-CTs für partielle Risse und den Subscapularis ist niedriger als im Arthro'-MRT [49] [50]. Die Sensitivität der CT-Arthrographie für partielle Läsionen kann durch die Positionierung des Armes in Abduktion und Außenrotation erhöht werden [51].
- Selten **Röntgen-Arthrographie** (indirekte Rissdarstellung durch Hindurchtritt des KM in die Bursa subdeltoidea).

	Sensitivität (%)	Spezifität (%)	positiv prädiktiver Wert (%)
Lenza et al. [48]	komplette Rotatorenmanschettenrisse		
Nativ-MRT	94	93	
7 Studien (368 Schultern)			
MR-Arthrographie	94	92	
3 Studien (183 Schultern)			
Ultraschall	92	93	
10 Studien (728 Schultern)			
Oh et al. [49]	komplette RM Risse		
CT Arthrographie	89	98	94
MR Arthrographie	100	94	95
	partielle Risse		
CT Arthrographie	22	87	38
MR Arthrographie	74	100	100
-			
Charousset et al. [50]	CT Arthrographie		
Supraspinatus	99	100	
Infraspinatus	97,44	99,52	
Subscapularis	64,71	98,17	

Expertenempfehlung:

Die sagittale Ebene des MRTs sollte so weit nach medial abgebildet werden, dass die Muskelatrophie entsprechend beurteilt werden kann.

6.3 Beurteilung Differentialdiagnosen:

- HWS in 2 E mit ggf. HWS seitlich in Reklination / Inklinaton
- ACG-Zielaufnahme

7. Therapie

7.1 Therapeutische Prinzipien

7.2 Indikation/Operationszeitpunkt

- Degenerative Läsionen:
 - Grundsätzlich elektiver Eingriff bei degenerativen Läsionen, in der Regel nach Versagen der konservativen Therapie
 - Indikationen individuell abhängig von:
 - Klinischer Symptomatik: Schmerz, ROM, Funktion, Kraft
 - Rupturmorphologie (US/MRT): Retraktionsgrad, fettiger Infiltration, Atrophie
 - Funktionellem Anspruch
 - Perioperativer Compliance

- Akute Läsionen [21, 52-56]:
 - Akute RM-Läsionen sind eher selten (5-10 %)
 - Verzögerte Rekonstruktion von akuten RM-Läsionen kann zu Sehnenretraktion, fettiger Degeneration und Atrophie der RM-Muskulatur führen
 - Chance, gesünderes Gewebe mit besserem Heilungspotential vorzufinden bei früher Rekonstruktion
 - 5 Level IV Fallserien mit Focus auf früher Rekonstruktion:
In einer Studie sind Resultate der RM-Läsionen, die innerhalb von 3 Wochen nach Trauma versorgt wurden, besser als später versorgte.

Evidenzlevel 4

Expertenempfehlung:

Akute Rupturen, v.a. der Subscapularissehne, und Rupturen ohne Anzeichen von Humeruskopfkränialisierung und fortgeschrittener Atrophie sollten zeitnah versorgt werden, dann ggf. auch Histologie-Gewinnung zur Unterscheidung akut/chronisch (Unfall vs. Krankheit).

- Behandlung von Patienten mit asymptomatischen Rotatorenmanschettenläsionen:
 - Die Prävalenz asymptomatischer Rotatorenmanschettenläsionen ist insbesondere in der älteren Population hoch
 - In dieser Altersgruppe ist die Hauptindikation zur Operation Schmerz
 - Die Rerupturrate ist bei hohem Patientenalter hoch.

Expertenempfehlung:

Eine operative Therapie bei asymptomatischen Rotatorenmanschettenläsionen sollte nicht durchgeführt werden.

7.3 Differentialdiagnosen:

- Impingement Syndrom
- Tendinosis calcarea
- Omarthrose
- Rheumatoide Arthritis
- HWS Erkrankungen
- Neurologische Erkrankungen

7.4 OP-Technik

- Offene Rekonstruktionstechnik:
- Offener transdeltoideal-anterosuperiö- oder anterolateraler Zugang mit partieller Ablösung und späterer Refixation des M. deltoideus. Durchführung einer offenen Acromioplastik und Naht der Rotatorenmanschette.
- Mini-Open-Rekonstruktionstechnik:
Zunächst diagnostische Arthroskopie und wenn indiziert Durchführung einer arthroskopischen subacromialen Dekompression. Danach offener transdeltoideal-anterosuperiö- oder anterolateraler Zugang mit Delta-Split ohne Ablösung des M. deltoideus, zur Refixation der Rotatorenmanschette.

- Arthroskopische Rekonstruktionstechnik:

Vollständig arthroskopische Technik, in der sämtliche Schritte wie subacromiale Dekompression, Bursektomie, adressieren intraartikulärer Pathologien und die eigentliche Naht der Rotatorenmanschette arthroskopisch durchgeführt werden.

8. Konservative Therapie

8.1 Behandlungsverfahren

a. Medikamentöse Therapie

Die Behandlung von Tendopathien und Partiailläsionen mit nicht-steroidalen Antirheumatika (NSAR) zeigt gegenüber einer Placebobehandlung eine Schmerzreduktion [57-60].

Evidenzlevel 1, Empfehlungsgrad B

b. Physiotherapie

Bewegungstherapie (Dehnung, Krafttraining und skapuläre Stabilisationsübungen) sollte in Kombination mit Manueller Therapie eingesetzt werden. Sie verbessert die Funktion, das Bewegungsausmaß (ROM) und die Kraft bei einer Läsion der Rotatorenmanschette.

Evidenzlevel 4

Ein Eigenübungsprogramm (Dehnung und Krafttraining) sollte nach Einführung durch einen Physiotherapeuten durchgeführt werden.

Evidenzlevel 4

[61-63]

c. Infiltrationen (Cortison)

Die Kombination aus kortikosteroiden Injektionen mit Bewegungstherapie und Manueller Therapie kann zur Anwendung kommen [64].

Evidenzlevel 1, Empfehlungsgrad B

Weitere Verfahren ohne Evidenz bei Rotatorenmanschettenrupturen:

- Iontophorese
- Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS)
- Kältetherapie
- Wärmetherapie
- Laser
- Röntgen-Reizbestrahlung
- Hyperbare Sauerstofftherapie,
- Magnetfeldtherapie

8.2 Operative Therapie

8.3 Logistik

- Instrumente und Implantate zum offenen und/oder arthroskopischen/endoskopischen Vorgehen
- Instrumente und Implantate zur Behandlung intraoperativer Komplikationen

8.4 Perioperative Maßnahmen

- Aufklärung über Alternativtherapien, Gefahren und Risiken
- Frage nach Medikamenteneinnahme, speziell gerinnungshemmende Mittel, besonders Azetylsalizylsäure (ASS) und Metformin-haltige Medikamente
- Frage nach Allergien, speziell nach Medikamenten- oder Metallallergien
- Frage nach Begleiterkrankungen
- Laboruntersuchungen unter Berücksichtigung von Alter, Begleiterkrankungen und Art des geplanten Eingriffs
- Thromboseprophylaxe nach individuellem Gefährdungsrisiko
- Antibiotikaprophylaxe individuell
- Adäquate und adaptierte Schmerztherapie
- Kühlung

8.5 Häufigste Verfahren

- Arthroskopische/mini-open/offene Operation [65-72]:
 - Keine Studien, die alle drei Verfahren direkt vergleichen; bei verfügbaren Studien heterogene Aussagen bezüglich der klinischen und strukturellen Ergebnisse.
 - Klinische Ergebnisse von mini open-Technik und arthroskopischer Technik vergleichbar
 - direkt postoperativ zeigen die offenen Zugänge ein höheres Schmerzniveau.

Evidenzlevel 2, Empfehlungsgrad B

Expertenempfehlung:

Verfahren ist je nach Erfahrung des Operateurs, in Abhängigkeit von der Pathologie und dem Patientenwunsch anzuwenden. Aufgrund des operationstechnisch limitierten Zugangs ist die Fadenankertechnik als Standardverfahren für arthroskopische Techniken anzusehen, da transossäre arthroskopische Techniken nicht etabliert sind.

- Fadenankertechnik vs. transossäre Nähte[73, 74]:
 - Offene Operation und Mini-open-Technik: Klinische Vergleichsstudien zwischen Fadendenanker- und transossärer Technik fehlen.
 - Arthroskopische Technik:
Klinische Vergleichsstudien zwischen Fadendenanker- und transossärer Technik fehlen. Transossäre Nahttechniken ohne Fadenanker sind aus operationstechnischen Gründen nicht etabliert. Arthroskopische Nahttechniken setzen damit die Verwendung von Fadenankern aktuell voraus. Alle aufgeführten Ergebnisse der arthroskopischen Techniken sind Ergebnisse von Fadenanker-Techniken.
- Sehnen-zu-Knochenheilung[74-78]:
 - Funktionelle Resultate besser bei nachgewiesener Sehnen-zu-Knochenheilung. Eine Sehnen-zu-Knochenheilung sollte angestrebt werden um ein optimales Ergebnis zu erreichen.

Evidenzlevel 2, Empfehlungsgrad B

- Single vs. Double Row[77, 79-88]:
 - Double Row Repair führt zu strukturell besseren Ergebnissen mit geringeren Re-Rupturraten,
 - Keine Unterschiede im klinischen Ergebnis zwischen Single Row und Double Row Versorgung (ausser bei Carbonel I.[87]).

Evidenzlevel 1, Empfehlungsgrad A

- Akromioplastik in Kombination mit der Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion oder isoliert bei Partiailläsionen der Rotatorenmanschette [89-92]:
 - Keine generelle Empfehlung zur begleitenden Akromioplastik bei Akromion I-III, keine Unterschiede im klinischen Outcome bei Rotatorenmanschettenrekonstruktion mit vs ohne Akromioplastik.

Evidenzlevel 1, Empfehlungsgrad A

- ACG-Resektion in Kombination mit Rotatorenmanschettenrekonstruktion [93]:
 - Hohe Rate an postoperativer Makro- und Mikroinstabilität des AC-Gelenks bei zu grosszügiger Resektion; in Kombination mit Rotatorenmanschettenrekonstruktion zeigen Patienten (mit präoperativ asymptomatischer ACG-Arthrose) mit zusätzlicher ACG-Resektion initial mehr Schmerzen, im Langzeitverlauf aber eine geringere Re-OP-Rate und sign. bessere klinische Resultate.

Evidenzlevel 2, Empfehlungsgrad B

Expertenempfehlung:

Sehr sparsame ACG-Resektion (max.1 Shaverbreite/ ca. 6mm) bei klinisch präoperativ vorhandener symptomatischer ACG-Arthrose (cave: Instabilität). Keine ACG-Resektion bei asymptomatischer ACG-Arthrose.

- LBS-Tenotomie, -dese [94-98]:
 - Keine Unterschiede im endgültigen klinischen Ergebnis, auch nicht bzgl. Supinations-/Flexionskraft im Ellbogengelenk,

- Tenotomie: wird eher bei älteren Patienten mit niedrigerem funktionellen Anspruch angewendet, einfache Nachbehandlung, kosmetische Deformität durch Distalisierung des M. biceps,
- Tenodese: wird eher bei jungen Patienten mit hohem funktionellen Anspruch angewendet, aufwendigere Nachbehandlung, geringere kosmetische Deformität.

Evidenzlevel 2, Empfehlungsgrad B

Expertenempfehlung:

Die Indikation zur Tenotomie/Tenodese der langen Bicepssehne (LBS) ist in Abhängigkeit des Patientenalters, funktionellen Anspruchs und der vorliegenden Pathologie zu wählen.

- Massenruptur: Debridement, Teilverschluss[99-102]:
 - Alle Verfahren möglich, Unterschiede im Outcome bisher nur bei Debridement vs. Teilverschluss in einer Level-III-Studie detektiert, hier bei beiden Verfahren gebesserte Symptomatik, aber Besserung des funktionellen Outcomes beim Teilverschluss[99].
 - Besserung der klinischen Symptomatik bei allen Verfahren im kurzfristigen Verlauf.

Evidenzlevel 3, Empfehlungsgrad O

Expertenempfehlung: Evaluation von Allgemeinzustand und Erwartung sowie Compliance des Patienten. Wenn möglich immer Teilverschluss – soweit möglich - der Rotatorenmanschette, Debridement eher bei älteren Low-demand-Patienten zur Schmerzreduktion.

- Muskeltransfers bei irreparabler Ruptur der Rotatorenmanschette
 - Latissimus dorsi-Transfer für die posterosuperiore Ruptur [103-105]:

Signifikante Besserung von Funktion und Schmerz sowohl im Revisionsfall als auch bei Primäroperation im kurzfristigen Verlauf, sofern die Subscapularissehne intakt war, bei insuffizienter SSC-Sehne mit schlechterem Outcome.

Evidenzlevel 4

- Pectoralis major-Transfer bei irreparabler antero-superiorer RM-Ruptur [106]:
 - Besserung von Schmerz und Aktivitätsgrad, aber nicht der Beweglichkeit.

Evidenzlevel 4

- Inverse Schulterprothese
 - Latissimus dorsi/Teres major-Transfer bei RM-Massenruptur mit symptomatischer ISP-Beteiligung in Kombination mit inverser Schulterendoprothese[107-111]:

Kombinationseingriff bei Aussenrotations-Lag-Sign aus Latissimus dorsi- und Pectoralis major-Transfer zeigt sign. Verbesserung des Aussenrotations- und Elevationsumfangs im mittelfristigen Verlauf.

Evidenzlevel 4

8.6 Additive Verfahren

- Platelet Rich Plasma:
 - Kein Vorteil von PRP gegenüber Dry Needling bei SSP-Tendinopathie oder Partialläsion ohne nachteilige Wirkung bis min. 6 Monate nach Intervention[112].
 - In prospektiv randomisierten Studien kein klinischer Vorteil RM-Rekonstruktion mit/ohne zusätzlich. PRP, aber geringere Rerupturrate mit PRP[113-117].

Evidenzlevel 1, Empfehlungsgrad A

- Autografts / Allografts/ Xenografts:
 - Azelluläre menschliche Hautmatrix-Transplantate scheinen die maximale Ausreissfestigkeit in vitro etwas zu verbessern, bisher nur Level IV-Studien ohne Vergleichsgruppen [118, 119].

Evidenzlevel 4

- Xenogene- und allogene Weichteiltransplantate als Augmentation bei grösseren Rotatorenmanschettenrupturen zeigen kurzfristig in Fallserienstudien gute Resultate, allerdings ist der Nutzen gegenüber der Rekonstruktion ohne Augmentation noch nicht erwiesen [120-122].

Evidenzlevel 4

- Nicht-quervernetzte, Schweinedünndarmsubmucosa-Xenografts:
 - Fremdkörperreaktion in 20-30 %, Infekte, schlechte Sehnenqualität im Follow-up wurden beobachtet [123-125],
 - Verwendung nicht empfohlen.

Evidenzlevel 2, Empfehlungsgrad B

- Stammzelleninfiltration[126]:
 - Bisher nur in vitro getestet: Knochenmarksstammzellen auf Scaffolds, in den RM-Defekt eingenäht. Fördert wohl die Kollagen-I-Synthese, klinische Studien fehlen bisher.

Expertenempfehlung:

Hier handelt es sich um ein experimentelles präklinisches Verfahren.

8.7 Operationszeitpunkt

- In der Regel nach Versagen der konservativen Therapie
- Grundsätzlich elektiver Eingriff bei degenerativen Läsionen aber bei
- Akuten Läsionen [21, 52-56]:
 - Verzögerte Rekonstruktion von akuten RM-Läsionen kann zu Sehnenretraktion, fettiger Degeneration und Atrophie der RM-Muskulatur führen
 - Chance, gesünderes Gewebe mit besserem Heilungspotential vorzufinden bei früher Rekonstruktion

- Keine qualitativ hochwertigen Studien zum OP-Zeitpunkt vorhanden
- 5 Level IV Fallserien mit Focus auf früherer Rekonstruktion:
- Akute RM-Läsionen sind eher selten (5-10 %)
- Unterscheidung in akut und „akut auf chronisch“ notwendig (klinische Untersuchung, MRT)
- In einer Studie sind Resultate der RM-Läsionen, die innerhalb von 3 Wochen nach Trauma versorgt wurden, besser als später versorgte

Evidenzlevel 4

8.8 Postoperative Maßnahmen

- Prüfung von Durchblutung, Sensibilität und Motorik
- Adäquate und adaptierte Schmerztherapie, ggf. mittels Regionalanästhesie
- Orthesenwahl je nach Operationsverfahren

9. Komplikationen

Allgemeine Risiken und Komplikationen

- Neurologische Komplikationen (besonders N. axillaris, N. suprascapularis, N. musculocutaneus)
 - offene Rekonstruktion: Bis zu 10 % Denervierung des M. infraspinatus

Evidenzlevel 4

- Gefäßverletzung
- Nachblutung/Hämatom
- Wundheilungsstörung
- Postoperative Infektionen
 - Offen und mini-open Rekonstruktion: 0,27 %
 - Arthroskopische Rekonstruktion: 0,002- 0,2 %
- Thrombembolische Komplikationen
 - < 0,5 % bei schulterchirurgischen Eingriffen
- Intraoperative Fraktur

Spezielle Risiken

- Redefekt-Rate
 - Starke Schwankungen in Abhängigkeit von initialer Rupturgröße und fettiger Degeneration
 - Offene Rekonstruktion:
 - 1-Sehnenruptur: 10-36 % [127-129]
 - 2-Sehnenruptur: 41-43 % [127, 129]
 - 3-Sehnenruptur: 68-89 % [127, 129]
 - Arthroskopische Rekonstruktion: 17 – 28 % [78, 130-132] [133]
 - „medial cuff failures (Defekte, die medial der Rekonstruktion auftreten): erhöhte Inzidenz nach Doppel-Reihen-Techniken im Vergleich zu Einzel-Reihen-Rekonstruktion [134].
- Nahtinsuffizienz des Deltamuskels nach offener Rekonstruktion
 - Bis zu 8 % nach offener Rotatorenmanschettenruptur [135]

- Knorpelschäden
- Adhäsive Capsulitis/Frozen Shoulder
 - Inzidenz zwischen 1,5 – 11 %
 - Als prognostischer Faktor für das Auftreten einer postoperativen Schultersteife erscheint eine präoperative Einschränkung der Innenrotation zu bestehen.
- Rotatorenmanschettenrekonstruktion und Diabetes mellitus
 - Schlechtere aktive bzw. passive ROM, höheres Reruptur- und Infektionsrisiko
- Komplikationen nach Pectoralis major Transfer
 - Bis zu 20 %: Integritätsversagen des Transfers bzw. Ruptur der Supra- und Infraspinatussehne, Infekt, Thrombose etc.
- Komplikationen nach Latissimus dorsi Transfer
 - 86 – 100 % erhaltene Integrität bzw. eingeeilter Sehnentransfer nach Latissimus dorsi Transfer [136, 137]
 - Infektrate bis 11 % [138]
- Komplikationen nach inverser Schulterendoprothetik
 - Die Komplikationsrate bei inverser Schulterendoprothetik variiert in der Literatur sehr stark.
 - Bis zu 16 % aseptische Glenoidlockerung [139]
 - Infektionsrate von durchschnittlich 3,8 % [140]
 - Sirveaux et al. beschreiben ein Auftreten in 63,3 %, wobei lediglich in 16,9 % ein Notching Grad III und IV nach Sirveaux vorlag. Diese Fälle zeigten eine signifikante Reduktion im Constant-Murley-Score [141].

Spätkomplikationen

- Low grade Infekt
- Sympathische Reflexdystrophie (CRPS)

Mögliche Dauerfolgen

- Ästhetisch störende Narben
- Persistierende Kraftminderung/ Bewegungseinschränkung
- Omarthrose

- Persistierende Nervenausfälle

10. Nachbehandlung

10.1 Immobilisation

Postoperativ Anlage einer Orthese zur Immobilisation. Die Dauer der Immobilisation beträgt in Abhängigkeit der Läsionsgröße (Partialruptur, komplette Ruptur, Massenruptur) und des durchgeführten Eingriffs 3 – 6 Wochen.

Eine frühe passive Mobilisation führt zu einer besseren postoperativen Beweglichkeit in der frühen postoperativen Phase (bis 6 Wochen postoperativ).

Langfristig hat der Zeitpunkt der Mobilisation jedoch keinen Einfluss auf das klinische Ergebnis [142, 143].

Evidenzlevel 1, Empfehlungsgrad A

Limitierte frühe postoperative Mobilisation führt im Vergleich zur vollständigen Immobilisation zu keiner Beeinflussung der Einheilungsrate [143, 144].

Evidenzlevel 1, Empfehlungsgrad A

Aggressive passive Mobilisation ohne Bewegungslimit scheint gegenüber limitierter passiver Mobilisation ein erhöhtes Rerupturrisiko zu zeigen [145, 146].

Evidenzlevel 2, Empfehlungsgrad B

Expertenempfehlung: Die Dauer der Immobilisation und der Beginn der passiven Mobilisation sollte individuell nach Einschätzung der Stabilität der Rekonstruktion durch den Operateur erfolgen und zwischen 3-6 Wochen liegen. Dabei hat eine längere Immobilisation keine langfristigen Nachteile, während eine zu aggressive Mobilisation zu einer erhöhten Rerupturrate führen kann.

10.2 Physiotherapie

Eine präoperative physiotherapeutische Behandlung kann postoperativ, beginnend mit der aktiven Bewegungstherapie in der dritten Woche, zu einer schnelleren Schmerzreduktion (bei Aktivität und nachts) und zu einer schnelleren Funktionsverbesserung führen.

Evidenzlevel 2, Empfehlungsgrad B

Eine postoperativ forcierte passive physiotherapeutische Behandlung, mit zweimal tgl. manueller Therapie in Kombination mit passiven Dehnungsübungen in Eigenregie des Patienten, führt zu keinem signifikant besseren Ergebnis als die passive Bewegungstherapie mit maximal 90° Abduktion.

Die Verwendung einer Motorschiene in der postoperativen Nachbehandlung kann zu einer Verbesserung der postoperativen Beweglichkeit in der Frühphase führen. Eine Überlegenheit gegenüber der manuellen passiven Therapie lässt sich jedoch nicht nachweisen.

Evidenzlevel 4

11. Literatur

1. Flatow, E.L., et al., *Excursion of the rotator cuff under the acromion. Patterns of subacromial contact.* Am J Sports Med, 1994. **22**(6): p. 779-88.
2. Burns, W.C., 2nd and T.L. Whipple, *Anatomic relationships in the shoulder impingement syndrome.* Clin Orthop Relat Res, 1993(294): p. 96-102.
3. Bigliani, L.U., D.S. Morrison, and A.E. W, *The morphology of the acromion and rotator cuff impingement.* Orthop Trauns, 1984. **10**: p. 288.
4. Lohr, J.F. and H.K. Uthoff, *The microvascular pattern of the supraspinatus tendon.* Clin Orthop Relat Res, 1990(254): p. 35-8.
5. Rathbun, J.B. and I. Macnab, *The microvascular pattern of the rotator cuff.* J Bone Joint Surg Br, 1970. **52**(3): p. 540-53.
6. Moseley, H.F. and I. Goldie, *THE ARTERIAL PATTERN OF THE ROTATOR CUFF OF THE SHOULDER.* J Bone Joint Surg Br, 1963. **45**(4): p. 780-9.
7. Rudzki, J.R., et al., *Contrast-enhanced ultrasound characterization of the vascularity of the rotator cuff tendon: age- and activity-related changes in the intact asymptomatic rotator cuff.* J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(1 Suppl): p. 96S-100S.
8. Watson, M., *Major ruptures of the rotator cuff. The results of surgical repair in 89 patients.* J Bone Joint Surg Br, 1985. **67**(4): p. 618-24.
9. Tempfer, H., et al., *Effects of crystalline glucocorticoid triamcinolone acetone on cultured human supraspinatus tendon cells.* Acta Orthop, 2009. **80**(3): p. 357-62.
10. Sher, J.S., et al., *Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders.* J Bone Joint Surg Am, 1995. **77**(1): p. 10-5.
11. Tempelhof, S., S. Rupp, and R. Seil, *Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders.* Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons ... [et al.], 1999. **8**(4): p. 296-9.
12. Milgrom, C., et al., *Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender.* J Bone Joint Surg Br, 1995. **77**(2): p. 296-8.
13. Yamaguchi, K., et al., *The demographic and morphological features of rotator cuff disease. A comparison of asymptomatic and symptomatic shoulders.* J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(8): p. 1699-704.

14. Yamamoto, A., et al., *Factors involved in the presence of symptoms associated with rotator cuff tears: a comparison of asymptomatic and symptomatic rotator cuff tears in the general population.* J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(7): p. 1133-7.
15. Mall, N.A., et al., *Symptomatic progression of asymptomatic rotator cuff tears: a prospective study of clinical and sonographic variables.* J Bone Joint Surg Am, 2010. **92**(16): p. 2623-33.
16. Moosmayer, S., et al., *The natural history of asymptomatic rotator cuff tears: a three-year follow-up of fifty cases.* J Bone Joint Surg Am, 2013. **95**(14): p. 1249-55.
17. Yamaguchi, K., et al., *Natural history of asymptomatic rotator cuff tears: a longitudinal analysis of asymptomatic tears detected sonographically.* J Shoulder Elbow Surg, 2001. **10**(3): p. 199-203.
18. Habermeyer, P., S. Lichtenberg, and P. Magosch, *Schulterchirurgie* ed. P. Habermeyer. 2002, München
Jena: Urban & Fischer.
19. D, P., *Classification of rotator cuff lesions.* Clin Orthop Relat Res, 1990. **254**: p. 81-86.
20. Fox, J. and A.A. Romeo, *Arthroscopic subscapularis Repair*, in *Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2003: New Orleans, Louisiana.
21. Lafosse, L., et al., *Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears.* J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(6): p. 1184-93.
22. Snyder, S.J., *Arthroscopic classification of rotator cuff lesions and surgical decision making.*, in *Shoulder Arthroscopy*, S.J. Snyder, Editor. 2003, Lippincott Williams and Wilkins: Philadelphia. p. 201-207.
23. Ellman, H. and G.M. Gartsman, *Treatment of partial-thickness rotator cuff tears: arthroscopic and mini-open*, H. Ellman and G.M. Gartsman, Editors. 1993: Philadelphia.
24. O, B. and B.J. E, *Long term results of surgical repair of full thickness rotator cuff tears*, in *Surgery of the Shoulder*, B.J. E, Editor. 1984, Mosby: Philadelphia.
25. Goutallier, D., et al., *Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan.* Clin Orthop Relat Res, 1994(304): p. 78-83.
26. Fuchs, B., et al., *Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging.* J Shoulder Elbow Surg, 1999. **8**(6): p. 599-605.

27. Thomazeau, H., et al., *Atrophy of the supraspinatus belly. Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology.* Acta Orthop Scand, 1996. **67**(3): p. 264-8.
28. Zanetti, M., C. Gerber, and J. Hodler, *Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging.* Invest Radiol, 1998. **33**(3): p. 163-70.
29. Roach, K.E., et al., *Development of a shoulder pain and disability index.* Arthritis Care Res, 1991. **4**(4): p. 143-9.
30. Dawson, J., R. Fitzpatrick, and A. Carr, *Questionnaire on the perceptions of patients about shoulder surgery.* J Bone Joint Surg Br, 1996. **78**(4): p. 593-600.
31. Hollinshead, R.M., et al., *Two 6-year follow-up studies of large and massive rotator cuff tears: comparison of outcome measures.* J Shoulder Elbow Surg, 2000. **9**(5): p. 373-81.
32. Collins, S.L., R.A. Moore, and H.J. McQuay, *The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres?* Pain, 1997. **72**(1-2): p. 95-7.
33. Gilbert, M.K. and C. Gerber, *Comparison of the subjective shoulder value and the Constant score.* J Shoulder Elbow Surg, 2007. **16**(6): p. 717-21.
34. Hudak, P.L., P.C. Amadio, and C. Bombardier, *Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG).* Am J Ind Med, 1996. **29**(6): p. 602-8.
35. L'Insalata, J.C., et al., *A self-administered questionnaire for assessment of symptoms and function of the shoulder.* J Bone Joint Surg Am, 1997. **79**(5): p. 738-48.
36. Constant, C.R. and A.H. Murley, *A clinical method of functional assessment of the shoulder.* Clin Orthop Relat Res, 1987(214): p. 160-4.
37. Michener, L.A., P.W. McClure, and B.J. Sennett, *American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness.* J Shoulder Elbow Surg, 2002. **11**(6): p. 587-94.
38. Amstutz, H.C., A.L. Sew Hoy, and I.C. Clarke, *UCLA anatomic total shoulder arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res, 1981(155): p. 7-20.
39. Kirkley, A., C. Alvarez, and S. Griffin, *The development and evaluation of a disease-specific quality-of-life questionnaire for disorders of the rotator cuff: The Western Ontario Rotator Cuff Index.* Clin J Sport Med, 2003. **13**(2): p. 84-92.

40. Itoi, E., et al., *Which is more useful, the "full can test" or the "empty can test," in detecting the torn supraspinatus tendon?* Am J Sports Med, 1999. **27**(1): p. 65-8.
41. Park, H.B., et al., *Diagnostic accuracy of clinical tests for the different degrees of subacromial impingement syndrome.* J Bone Joint Surg Am, 2005. **87**(7): p. 1446-55.
42. Calis, M., et al., *Diagnostic values of clinical diagnostic tests in subacromial impingement syndrome.* Ann Rheum Dis, 2000. **59**(1): p. 44-7.
43. Hertel, R., et al., *Lag signs in the diagnosis of rotator cuff rupture.* J Shoulder Elbow Surg, 1996. **5**(4): p. 307-13.
44. Castoldi, F., D. Blonna, and R. Hertel, *External rotation lag sign revisited: accuracy for diagnosis of full thickness supraspinatus tear.* J Shoulder Elbow Surg, 2009. **18**(4): p. 529-34.
45. Bartsch, M., et al., *Diagnostic values of clinical tests for subscapularis lesions.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2010. **18**(12): p. 1712-7.
46. Barth, J.R., S.S. Burkhart, and J.F. De Beer, *The bear-hug test: a new and sensitive test for diagnosing a subscapularis tear.* Arthroscopy, 2006. **22**(10): p. 1076-84.
47. Scheibel, M., et al., *The belly-off sign: a new clinical diagnostic sign for subscapularis lesions.* Arthroscopy, 2005. **21**(10): p. 1229-35.
48. Lenza, M., et al., *Magnetic resonance imaging, magnetic resonance arthrography and ultrasonography for assessing rotator cuff tears in people with shoulder pain for whom surgery is being considered.* Cochrane Database Syst Rev, 2013(9): p. CD009020.
49. Oh, J.H., et al., *Effectiveness of multidetector computed tomography arthrography for the diagnosis of shoulder pathology: comparison with magnetic resonance imaging with arthroscopic correlation.* J Shoulder Elbow Surg, 2010. **19**(1): p. 14-20.
50. Charousset, C., et al., *Accuracy of CT arthrography in the assessment of tears of the rotator cuff.* J Bone Joint Surg Br, 2005. **87**(6): p. 824-8.
51. Cochet, H., et al., *Rotator cuff tears: should abduction and external rotation (ABER) positioning be performed before image acquisition? A CT arthrography study.* Eur Radiol, 2010. **20**(5): p. 1234-41.
52. Bjornsson, H.C., et al., *The influence of age, delay of repair, and tendon involvement in acute rotator cuff tears: structural and clinical outcomes after repair of 42 shoulders.* Acta Orthop, 2011. **82**(2): p. 187-92.

53. Lahteenmaki, H.E., et al., *Results of early operative treatment of rotator cuff tears with acute symptoms*. J Shoulder Elbow Surg, 2006. **15**(2): p. 148-53.
54. Bassett, R.W. and R.H. Cofield, *Acute tears of the rotator cuff. The timing of surgical repair*. Clin Orthop Relat Res, 1983(175): p. 18-24.
55. Namdari, S., R.F. Henn, 3rd, and A. Green, *Traumatic anterosuperior rotator cuff tears: the outcome of open surgical repair*. J Bone Joint Surg Am, 2008. **90**(9): p. 1906-13.
56. van Riet, R.P., et al., *Rotator cuff strength following open subscapularis tendon repair*. Acta Orthop Belg, 2008. **74**(2): p. 173-9.
57. Andrews, J.R., *Diagnosis and treatment of chronic painful shoulder: review of nonsurgical interventions*. Arthroscopy, 2005. **21**(3): p. 333-47.
58. Petri, M., et al., *Celecoxib effectively treats patients with acute shoulder tendinitis/bursitis*. J Rheumatol, 2004. **31**(8): p. 1614-20.
59. Heller, B. and R. Tarricone, *Oxaprozin versus diclofenac in NSAID-refractory periartthritis pain of the shoulder*. Curr Med Res Opin, 2004. **20**(8): p. 1279-90.
60. White, R.H., D.M. Paull, and K.W. Fleming, *Rotator cuff tendinitis: comparison of subacromial injection of a long acting corticosteroid versus oral indomethacin therapy*. J Rheumatol, 1986. **13**(3): p. 608-13.
61. Goldberg, B.A., R.J. Nowinski, and F.A. Matsen, 3rd, *Outcome of nonoperative management of full-thickness rotator cuff tears*. Clin Orthop Relat Res, 2001(382): p. 99-107.
62. Hawkins, R.H. and R. Dunlop, *Nonoperative treatment of rotator cuff tears*. Clin Orthop Relat Res, 1995(321): p. 178-88.
63. Kuhn, J.E., et al., *Effectiveness of physical therapy in treating atraumatic full-thickness rotator cuff tears: a multicenter prospective cohort study*. J Shoulder Elbow Surg, 2013. **22**(10): p. 1371-9.
64. Gialanella, B. and M. Bertolinelli, *Corticosteroids injection in rotator cuff tears in elderly patient: pain outcome prediction*. Geriatr Gerontol Int, 2013. **13**(4): p. 993-1001.
65. Kim, S.H., et al., *Arthroscopic versus mini-open salvage repair of the rotator cuff tear: outcome analysis at 2 to 6 years' follow-up*. Arthroscopy, 2003. **19**(7): p. 746-54.
66. Severud, E.L., et al., *All-arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: A long-term retrospective outcome comparison*. Arthroscopy, 2003. **19**(3): p. 234-8.

67. Bishop, J., et al., *Cuff integrity after arthroscopic versus open rotator cuff repair: a prospective study*. J Shoulder Elbow Surg, 2006. **15**(3): p. 290-9.
68. Kang, L., et al., *Early outcome of arthroscopic rotator cuff repair: a matched comparison with mini-open rotator cuff repair*. Arthroscopy, 2007. **23**(6): p. 573-82, 582 e1-2.
69. Mohtadi, N.G., et al., *A randomized clinical trial comparing open to arthroscopic acromioplasty with mini-open rotator cuff repair for full-thickness rotator cuff tears: disease-specific quality of life outcome at an average 2-year follow-up*. Am J Sports Med, 2008. **36**(6): p. 1043-51.
70. Morse, K., et al., *Arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: a comprehensive review and meta-analysis*. Am J Sports Med, 2008. **36**(9): p. 1824-8.
71. Kasten, P., et al., *Prospective randomised comparison of arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair of the supraspinatus tendon*. Int Orthop, 2011. **35**(11): p. 1663-70.
72. van der Zwaal, P., et al., *Clinical outcome in all-arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair in small to medium-sized tears: a randomized controlled trial in 100 patients with 1-year follow-up*. Arthroscopy, 2013. **29**(2): p. 266-73.
73. Pietschmann, M.F., et al., *Pullout strength of suture anchors in comparison with transosseous sutures for rotator cuff repair*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008. **16**(5): p. 504-10.
74. Boehm, T.D., et al., *The effect of suture materials and techniques on the outcome of repair of the rotator cuff: a prospective, randomised study*. J Bone Joint Surg Br, 2005. **87**(6): p. 819-23.
75. Charousset, C., et al., *Arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears: is there tendon healing in patients aged 65 years or older?* Arthroscopy, 2010. **26**(3): p. 302-9.
76. Charousset, C., et al., *The time for functional recovery after arthroscopic rotator cuff repair: correlation with tendon healing controlled by computed tomography arthrography*. Arthroscopy, 2008. **24**(1): p. 25-33.
77. Charousset, C., et al., *Can a double-row anchorage technique improve tendon healing in arthroscopic rotator cuff repair?: A prospective, nonrandomized, comparative study of double-row and single-row anchorage techniques with computed tomographic arthrography tendon healing assessment*. Am J Sports Med, 2007. **35**(8): p. 1247-53.

78. Lichtenberg, S., et al., *Influence of tendon healing after arthroscopic rotator cuff repair on clinical outcome using single-row Mason-Allen suture technique: a prospective, MRI controlled study*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006. **14**(11): p. 1200-6.
79. Aydin, N., B. Kocaoglu, and O. Guven, *Single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair in small- to medium-sized tears*. J Shoulder Elbow Surg, 2010. **19**(5): p. 722-5.
80. Burks, R.T., et al., *A prospective randomized clinical trial comparing arthroscopic single- and double-row rotator cuff repair: magnetic resonance imaging and early clinical evaluation*. Am J Sports Med, 2009. **37**(4): p. 674-82.
81. Franceschi, F., et al., *Equivalent clinical results of arthroscopic single-row and double-row suture anchor repair for rotator cuff tears: a randomized controlled trial*. Am J Sports Med, 2007. **35**(8): p. 1254-60.
82. Grasso, A., et al., *Single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair: a prospective randomized clinical study*. Arthroscopy, 2009. **25**(1): p. 4-12.
83. Koh, K.H., et al., *Prospective randomized clinical trial of single- versus double-row suture anchor repair in 2- to 4-cm rotator cuff tears: clinical and magnetic resonance imaging results*. Arthroscopy, 2011. **27**(4): p. 453-62.
84. Park, J.Y., et al., *Comparison of the clinical outcomes of single- and double-row repairs in rotator cuff tears*. Am J Sports Med, 2008. **36**(7): p. 1310-6.
85. Sheibani-Rad, S., et al., *Arthroscopic single-row versus double-row rotator cuff repair: a meta-analysis of the randomized clinical trials*. Arthroscopy, 2013. **29**(2): p. 343-8.
86. Lapner, P.L., et al., *A multicenter randomized controlled trial comparing single-row with double-row fixation in arthroscopic rotator cuff repair*. J Bone Joint Surg Am, 2012. **94**(14): p. 1249-57.
87. Carbonel, I., et al., *Single-row versus double-row arthroscopic repair in the treatment of rotator cuff tears: a prospective randomized clinical study*. Int Orthop, 2012. **36**(9): p. 1877-83.
88. Ma, H.L., et al., *Clinical outcome and imaging of arthroscopic single-row and double-row rotator cuff repair: a prospective randomized trial*. Arthroscopy, 2012. **28**(1): p. 16-24.

89. Gartsman, G.M. and P. O'Connor D, *Arthroscopic rotator cuff repair with and without arthroscopic subacromial decompression: a prospective, randomized study of one-year outcomes*. J Shoulder Elbow Surg, 2004. **13**(4): p. 424-6.
90. Milano, G., et al., *Arthroscopic rotator cuff repair with and without subacromial decompression: a prospective randomized study*. Arthroscopy, 2007. **23**(1): p. 81-8.
91. MacDonald, P., et al., *Arthroscopic rotator cuff repair with and without acromioplasty in the treatment of full-thickness rotator cuff tears: a multicenter, randomized controlled trial*. J Bone Joint Surg Am, 2011. **93**(21): p. 1953-60.
92. Chahal, J., et al., *The role of subacromial decompression in patients undergoing arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff: a systematic review and meta-analysis*. Arthroscopy, 2012. **28**(5): p. 720-7.
93. Kim, J., J. Chung, and H. Ok, *Asymptomatic acromioclavicular joint arthritis in arthroscopic rotator cuff tendon repair: a prospective randomized comparison study*. Arch Orthop Trauma Surg, 2011. **131**(3): p. 363-9.
94. De Carli, A., et al., *Reparable rotator cuff tears with concomitant long-head biceps lesions: tenotomy or tenotomy/tenodesis?* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012. **20**(12): p. 2553-8.
95. Duff, S.J. and P.T. Campbell, *Patient acceptance of long head of biceps brachii tenotomy*. J Shoulder Elbow Surg, 2012. **21**(1): p. 61-5.
96. Lim, T.K., et al., *Patient-related factors and complications after arthroscopic tenotomy of the long head of the biceps tendon*. Am J Sports Med, 2011. **39**(4): p. 783-9.
97. Shank, J.R., et al., *A comparison of forearm supination and elbow flexion strength in patients with long head of the biceps tenotomy or tenodesis*. Arthroscopy, 2011. **27**(1): p. 9-16.
98. Frost, A., M.S. Zafar, and N. Maffulli, *Tenotomy versus tenodesis in the management of pathologic lesions of the tendon of the long head of the biceps brachii*. Am J Sports Med, 2009. **37**(4): p. 828-33.
99. Franceschi, F., et al., *Surgical management of irreparable rotator cuff tears*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012.
100. Kim, S.J., et al., *Arthroscopic partial repair of irreparable large to massive rotator cuff tears*. Arthroscopy, 2012. **28**(6): p. 761-8.

101. Lee, B.G., N.S. Cho, and Y.G. Rhee, *Results of arthroscopic decompression and tuberopectoplasty for irreparable massive rotator cuff tears*. *Arthroscopy*, 2011. **27**(10): p. 1341-50.
102. Liem, D., et al., *Arthroscopic debridement of massive irreparable rotator cuff tears*. *Arthroscopy*, 2008. **24**(7): p. 743-8.
103. Neri, B.R., K.W. Chan, and Y.W. Kwon, *Management of massive and irreparable rotator cuff tears*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2009. **18**(5): p. 808-18.
104. Valenti, P., et al., *Results of latissimus dorsi tendon transfer in primary or salvage reconstruction of irreparable rotator cuff tears*. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2010. **96**(2): p. 133-8.
105. Weening, A.A. and W.J. Willems, *Latissimus dorsi transfer for treatment of irreparable rotator cuff tears*. *Int Orthop*, 2010. **34**(8): p. 1239-44.
106. Gavriilidis, I., et al., *Pectoralis major transfer for the treatment of irreparable anterosuperior rotator cuff tears*. *Int Orthop*, 2010. **34**(5): p. 689-94.
107. Boileau, P., et al., *Reverse shoulder arthroplasty combined with a modified latissimus dorsi and teres major tendon transfer for shoulder pseudoparalysis associated with dropping arm*. *Clin Orthop Relat Res*, 2008. **466**(3): p. 584-93.
108. Boileau, P., et al., *Modified latissimus dorsi and teres major transfer through a single delto-pectoral approach for external rotation deficit of the shoulder: as an isolated procedure or with a reverse arthroplasty*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007. **16**(6): p. 671-82.
109. Puskas, G.J., S. Catanzaro, and C. Gerber, *Clinical outcome of reverse total shoulder arthroplasty combined with latissimus dorsi transfer for the treatment of chronic combined pseudoparesis of elevation and external rotation of the shoulder*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2013.
110. Boughebri, O., A. Kilinc, and P. Valenti, *Reverse shoulder arthroplasty combined with a latissimus dorsi and teres major transfer for a deficit of both active elevation and external rotation. Results of 15 cases with a minimum of 2-year follow-up*. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2013. **99**(2): p. 131-7.
111. Boileau, P., A.P. Rumian, and M.A. Zumstein, *Reversed shoulder arthroplasty with modified L'Episcopo for combined loss of active elevation and external rotation*. *J Shoulder Elbow Surg*, 2010. **19**(2 Suppl): p. 20-30.

112. Rha, D.W., et al., *Comparison of the therapeutic effects of ultrasound-guided platelet-rich plasma injection and dry needling in rotator cuff disease: a randomized controlled trial*. Clin Rehabil, 2013. **27**(2): p. 113-22.
113. Barber, F.A., et al., *Rotator cuff repair healing influenced by platelet-rich plasma construct augmentation*. Arthroscopy, 2011. **27**(8): p. 1029-35.
114. Jo, C.H., et al., *Does platelet-rich plasma accelerate recovery after rotator cuff repair? A prospective cohort study*. Am J Sports Med, 2011. **39**(10): p. 2082-90.
115. Randelli, P., et al., *Platelet rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a prospective RCT study, 2-year follow-up*. J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(4): p. 518-28.
116. Castricini, R., et al., *Platelet-rich plasma augmentation for arthroscopic rotator cuff repair: a randomized controlled trial*. Am J Sports Med, 2011. **39**(2): p. 258-65.
117. Bergeson, A.G., et al., *Effects of platelet-rich fibrin matrix on repair integrity of at-risk rotator cuff tears*. Am J Sports Med, 2012. **40**(2): p. 286-93.
118. Agrawal, V., *Healing rates for challenging rotator cuff tears utilizing an acellular human dermal reinforcement graft*. Int J Shoulder Surg, 2012. **6**(2): p. 36-44.
119. Omae, H., et al., *Biomechanical effect of rotator cuff augmentation with an acellular dermal matrix graft: a cadaver study*. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2012. **27**(8): p. 789-92.
120. Badhe, S.P., et al., *An assessment of porcine dermal xenograft as an augmentation graft in the treatment of extensive rotator cuff tears*. J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(1 Suppl): p. 35S-39S.
121. Gupta, A.K., et al., *Massive or 2-tendon rotator cuff tears in active patients with minimal glenohumeral arthritis: clinical and radiographic outcomes of reconstruction using dermal tissue matrix xenograft*. Am J Sports Med, 2013. **41**(4): p. 872-9.
122. Bond, J.L., et al., *Arthroscopic replacement of massive, irreparable rotator cuff tears using a GraftJacket allograft: technique and preliminary results*. Arthroscopy, 2008. **24**(4): p. 403-409 e1.
123. Phipatanakul, W.P. and S.A. Petersen, *Porcine small intestine submucosa xenograft augmentation in repair of massive rotator cuff tears*. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2009. **38**(11): p. 572-5.
124. Walton, J.R., et al., *Restore orthobiologic implant: not recommended for augmentation of rotator cuff repairs*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(4): p. 786-91.

125. Iannotti, J.P., et al., *Porcine small intestine submucosa augmentation of surgical repair of chronic two-tendon rotator cuff tears. A randomized, controlled trial.* J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(6): p. 1238-44.
126. Kim, Y.S., et al., *Survivorship of implanted bone marrow-derived mesenchymal stem cells in acute rotator cuff tear.* J Shoulder Elbow Surg, 2012.
127. Gazielly, D.F., P. Gleyze, and C. Montagnon, *Functional and anatomical results after rotator cuff repair.* Clin Orthop Relat Res, 1994(304): p. 43-53.
128. Hanusch, B.C., et al., *Large and massive tears of the rotator cuff: functional outcome and integrity of the repair after a mini-open procedure.* J Bone Joint Surg Br, 2009. **91**(2): p. 201-5.
129. Harryman, D.T., et al., *Repairs of the rotator cuff. Correlation of functional results with integrity of the cuff.* J Bone Joint Surg Am, 1991. **73**(7): p. 982-9.
130. Boileau, P., et al., *Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus: does the tendon really heal?* J Bone Joint Surg Am, 2005. **87**(6): p. 1229-40.
131. Cole, B.J., et al., *Arthroscopic rotator cuff repair: prospective functional outcome and repair integrity at minimum 2-year follow-up.* J Shoulder Elbow Surg, 2007. **16**(5): p. 579-85.
132. Liem, D., et al., *Clinical outcome and tendon integrity of arthroscopic versus mini-open supraspinatus tendon repair: a magnetic resonance imaging-controlled matched-pair analysis.* Arthroscopy, 2007. **23**(5): p. 514-21.
133. Anderson, K., et al., *Outcome and structural integrity after arthroscopic rotator cuff repair using 2 rows of fixation: minimum 2-year follow-up.* Am J Sports Med, 2006. **34**(12): p. 1899-905.
134. Cho, N.S., et al., *Retear patterns after arthroscopic rotator cuff repair: single-row versus suture bridge technique.* Am J Sports Med, 2010. **38**(4): p. 664-71.
135. Gumina, S., et al., *Deltoid detachment consequent to open surgical repair of massive rotator cuff tears.* Int Orthop, 2008. **32**(1): p. 81-4.
136. Habermeyer, P., et al., *Three-dimensional glenoid deformity in patients with osteoarthritis: a radiographic analysis.* J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(6): p. 1301-7.
137. Iannotti, J.P., et al., *Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable posterosuperior rotator cuff tears. Factors affecting outcome.* J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(2): p. 342-8.

138. Zafra, M., P. Carpintero, and C. Carrasco, *Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff*. Int Orthop, 2009. **33**(2): p. 457-62.
139. Guery, J., et al., *Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(8): p. 1742-7.
140. Zumstein, M.A., et al., *Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: A systematic review*. J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(1): p. 146-57.
141. Sirveaux, F., et al., *Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders*. J Bone Joint Surg Br, 2004. **86**(3): p. 388-95.
142. Cuff, D.J. and D.R. Pupello, *Prospective evaluation of postoperative compliance and outcomes after rotator cuff repair in patients with and without workers' compensation claims*. J Shoulder Elbow Surg, 2012. **21**(12): p. 1728-33.
143. Kim, Y.S., et al., *Is early passive motion exercise necessary after arthroscopic rotator cuff repair?* Am J Sports Med, 2012. **40**(4): p. 815-21.
144. Arndt, J., et al., *Immediate passive motion versus immobilization after endoscopic supraspinatus tendon repair: a prospective randomized study*. Orthop Traumatol Surg Res, 2012. **98**(6 Suppl): p. S131-8.
145. Parsons, B.O., et al., *Does slower rehabilitation after arthroscopic rotator cuff repair lead to long-term stiffness?* J Shoulder Elbow Surg, 2010. **19**(7): p. 1034-9.
146. Lee, B.G., N.S. Cho, and Y.G. Rhee, *Effect of two rehabilitation protocols on range of motion and healing rates after arthroscopic rotator cuff repair: aggressive versus limited early passive exercises*. Arthroscopy, 2012. **28**(1): p. 34-42.