

**Aus dem Lehrstuhl für Orthopädie
der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. med. Rudert**

**Prospektiv-randomisierte, kontrollierte Evaluation der
Auswirkungen zweier postoperativer Nachbehandlungskonzepte
auf die Rerupturrate nach operativer Rekonstruktion der
Rotatorenmanschette**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

vorgelegt von
Simone Volk
aus Limburg an der Lahn

Würzburg, 12.Mai 2021



Referent: Prof Dr. Maximilian Rudert

Korreferent: Prof. Dr. Michael G. Jakubietz

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 14.10.2021

Die Promovendin ist Ärztin

Für meine Mutter

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Risikofaktoren von Rotatorenmanschettenrupturen	2
1.1.1 Risikofaktor Alter	2
1.1.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren	2
1.1.3 Risikofaktor Rauchen	3
1.1.4 Weitere Risikofaktoren	4
1.2 Behandlungsoptionen	4
1.2.1 Konservativer Behandlungsversuch	4
1.2.2 Operative Versorgung	6
1.3 Nachbehandlung im Anschluss an die Operation	10
1.3.1 Heilungsprozess und Nachbehandlung im Modell	10
1.3.2 Exkurs Definition einer Schultersteife	12
1.3.3 Nachbehandlungskonzepte in klinischen Studien	14
1.4 Reruptur	16
1.4.1 Klinische Risikofaktoren	17
1.4.2 Strukturelle Risikofaktoren	18
1.4.3 Weitere Risikofaktoren	20
1.5 Risiken einer postoperativen Arthrofibrose	20
1.5.1 Präoperative Risikofaktoren	20
1.5.2 Intraoperative Risikofaktoren	21
1.5.3 Risikofaktor postoperative Nachbehandlung	22
1.6 Hypothese	23
2 Methoden	26
2.1 Studiendesign	26
2.2 Studienablauf	26
2.2.1 Einschlusskriterien	27
2.2.2 Ausschlusskriterien	27
2.2.3 Studienabbruch	27
2.2.4 Operationsverfahren	28
2.2.5 Randomisierung	28
2.2.6 Endpunkte	29
2.3 Messmethoden	30
2.3.1 Anamnese und Vorgeschichte	30
2.3.2 Scores	31
2.3.3 Patientenzufriedenheit, Adhärenz & postoperativer Verlauf	35
2.3.4 Klinik	36
2.3.5 Labor	38
2.3.6 Sonographie zur Evaluation einer Reruptur	39
2.3.7 Messzeitpunkte	40
2.4 Statistische Auswertung	41
2.4.1 Fallzahlberechnung	41
2.4.2 Deskriptive Statistik	43
2.4.3 Inferenzstatistik	43
3 Ergebnisse	45
3.1. Studienpopulation	45
3.2 Baseline-Daten	47
3.3 Soziodemographie und präoperativer Gesundheitsstatus	50
3.4 Intra- und perioperative Befunde	51
3.5 Sonographische Untersuchung	52
3.6 Scores	55
3.6.1 NRS	55
3.6.2 Constant-Score	58
3.6.3 DASH-Score	60

3.6.4 ASES-Score.....	61
3.6.5 SF-36-Score.....	62
3.6.6 Nottingham Health Profile (NHP).....	69
3.7 Patientenzufriedenheit, Adhärenz und postoperativer Verlauf.....	71
3.8 Klinik.....	77
3.8.1 Bewegungsausmaße	77
3.8.2 Kraftmessung mittels Isobex 2.0.....	86
3.9 Labor	90
4. Diskussion.....	91
4.1 Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse.....	91
4.2 Hypothese I – Reruptur	92
4.3 Hypothese II – sekundäre Schultersteife und Bewegungsumfang.....	94
4.3.2 Flexion	94
4.3.3 Außenrotation	97
4.3.4 Innenrotation.....	98
4.3.5 Abduktion	99
4.3.6 Weitere Bewegungsrichtungen und postoperativer Verlauf der Beweglichkeit	101
4.4 Klinische Scores und Kraft im ISOBEX im Verlauf.....	103
4.5 Patientenzufriedenheit und allgemeine Gesundheit.....	110
4.6 Postoperativer Verlauf in den Subgruppen.....	112
4.6.1 Alter.....	112
4.6.2 Geschlecht	113
4.6.3 Weitere Subgruppenanalysen.....	114
4.7 Stärken und Limitationen der Studie	116
5. Zusammenfassung und Ausblick	117
6. Anhang.....	119
7. Literaturverzeichnis	123
Lebenslauf.....	141

Abkürzungsverzeichnis

AA	„ <i>All Arthroscopic</i> “ = arthroskopische Operation der Rotatorenmanschette
AAROM	<i>active-assisted Range of Motion</i> =aktiv-assistierte Bewegung(sübung)
Abb.	Abbildung
ABD	Abduktion
AC(G)	Akromioklavikular(gelenk)
ADD	Adduktion
ADL	<i>Activity of Daily Living</i> (Alltagsaktivitäten), Teil des ASES-Scores
ALT	Alanin-Aminotransferase (Blutwert zur Funktion der Leber)
Anti-CCP	Antikörper gegen citrullinierte Peptide
ARO	Außenrotation
AROM	<i>active Range of Motion</i> = aktive Bewegung(sübung)
Arthro-MRT	Gelenkdarstellung im MRT mit Kontrastmittel
ASES	<i>American Shoulder and Elbow Surgeon Score</i>
AST	Aspartat-Aminotransferase (Blutwert zur Funktion der Leber)
BMI	<i>Body Mass Index</i>
bzgl.	bezüglich
ca.	Circa (ungefähr)
cASES	<i>clinical ASES</i> (klinischer Teilscore des ASES)
CI	Konfidenzintervall
CRP	C-reaktives Protein
DASH	<i>Disabilities of the Arm Shoulder and Hand Score</i> (klinischer Score)
DEGUM	Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin
DR	<i>Double-Row-Nahttechnik</i>
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
Ex/Ext	Extension
Flex	Flexion
g	Gramm
HbA1c	Hämoglobin A 1c
HLA-B27	Humanes Leukozytenantigen B 27
INR	<i>International Normalized Ratio</i> (Blutwert der extrinsischen Gerinnung)

IRO	Innenrotation
K/Kons	Konservative Nachbehandlungsgruppe
L3	Processus spinosus des 3. Lumbalwirbelkörpers
MO	„ <i>Mini-Open</i> “ = Operationstechnik der Rotatorenmanschette
Mo.	Monate
MRC	Medical Research Council
MRT	Magnetresonanztomographie
n/N	Anzahl der Patienten in der genannten Gruppe
NHP	<i>Nottingham Health Profile Score</i> (subjektiver Gesundheitsscore)
NN	Neutral-Null
NRS	<i>Numeric Rating Scale</i> (Schmerzscore)
OP	Operation
pASES	<i>patient ASES</i> (Selbstevaluation der Patienten)
Postop	postoperativ
PROM	<i>passive Range of Motion</i> = passive Bewegung(sübung)
P/Prog	progressive Nachbehandlungsgruppe
PTT	Partielle Thromboplastinzeit (Blutwert der intrinsischen Gerinnung)
RM	Rotatorenmanschette
ROM	<i>Range of Motion</i> (Bewegungsumfang)
s.	siehe
SB	<i>Suture-Bridge</i> -Nahttechnik
SD	Standardabweichung
SF-36	<i>Short-Form 36 Score</i> (subjektiver Test der allgemeinen Gesundheit)
SLAP	Superiores Labrum von anterior nach posterior
Sono	Sonographie (Ultraschall)
SR	<i>single-row</i> -Nahttechnik
Tab.	Tabelle
UCLA	<i>University of California at Los Angeles Shoulder Score</i>
VAS	<i>Visual Analog Scale</i> (Visuelle Analogskala; Schmerzscore)
vs.	versus (gegen/gegenüber)
Wo.	Wochen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Kraftmessung der Abduktion mittels Isobex 2.0.....	37
Abbildung 3.1	CONSORT-Schema.....	46
Abbildung 3.2	Altersverteilung	47
Abbildung 3.3	Übersicht über Vorerkrankungen des Gesamtkollektivs	50
Abbildung 3.4	Verteilung der Rupturgröße nach Bateman	51
Abbildung 3.5	Verteilung der Akromionkonformation nach Bigliani	51
Abbildung 3.6	Übersicht Begleitpathologien der Nachbehandlungsgruppen.....	52
Abbildung 3.7	Verlauf des Alltagsschmerzes nach Nachbehandlung	57
Abbildung 3.8	Constant-Score nach Nachbehandlung	59
Abbildung 3.9	Innenrotation des Constant-Score nach Nachbehandlung	60
Abbildung 3.10	DASH-Score nach Nachbehandlung	61
Abbildung 3.11	ASES-Score nach Nachbehandlung.....	62
Abbildung 3.12	Darstellung der <i>Subscores</i> des SF-36 im Gesamtkollektiv..	63
Abbildung 3.13	SF-36 <i>Subscores</i> nach Nachbehandlung	66
Abbildung 3.14	SF-36 <i>Score</i> in der Subgruppenanalyse nach BMI in der progressiven Nachbehandlungsgruppe	68
Abbildung 3.15	SF-36- <i>Subscores</i> in der Subgruppenanalyse nach BMI in der konservativen Nachbehandlungsgruppe	69
Abbildung 3.16	Beurteilung der Patienten hinsichtlich ihrer Einschränkung der Lebensqualität nach Nachbehandlungsgruppe	71
Abbildung 3.17	Beurteilung der Patienten hinsichtlich ihrer Zufriedenheit mit der betroffenen Schulter im Alltag nach Nachbehandlungsgruppe.....	72
Abbildung 3.18	Beurteilung der Patienten hinsichtlich der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis nach Nachbehandlungsgruppe	73
Abbildung 3.19	Durchschnittliche Einnahme von Schmerzmitteln postoperativ nach Nachbehandlung und Alter	74
Abbildung 3.20	Beurteilung der Patienten im Gesamtkollektiv hinsichtlich der emotionalen Belastung nach der Operation	74
Abbildung 3.21	Emotionale Belastung innerhalb der ersten 2 Monate nach Nachbehandlung.....	75

Abbildung 3.22	Emotionale Belastung nach 2 Monaten nach Geschlecht	75
Abbildung 3.23	Adhärenz und Durchführung von Eigenübungen im postoperativen Verlauf im Gesamtkollektiv	76
Abbildung 3.24	Entwicklung der Beweglichkeit in der gesamten Studienpopulation im Verlauf	80-81
Abbildung 3.25	Hohe Außenrotation der gesamten Studienpopulation im Verlauf	82
Abbildung 3.26	Passive Abduktion nach Nachbehandlung im Verlauf	82
Abbildung 3.27	Verlauf der aktiven und passiven Außenrotation nach Nachbehandlung im Verlauf	83
Abbildung 3.28	Kraftentwicklung der Gesamtpopulation in der Abduktion mit Vergleich zur Gegenseite	86
Abbildung 3.29	Kraftentwicklung der Gesamtpopulation	87

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1	Übersicht: Definitionen der Schultersteife reproduziert nach Audige et al	13
Tabelle 2.1	Übersicht über die Nachbehandlungsprotokolle	29
Tabelle 2.2	Übersicht über Messzeitpunkte	41
Tabelle 2.3	Fallzahlschätzung	42
Tabelle 3.1	<i>Baseline</i> vor und nach Dropout	47
Tabelle 3.2	<i>Baseline</i> nach Nachbehandlungsgruppe	48-49
Tabelle 3.3	Individuelle demographische und intraoperative Daten der drei Patienten mit Reruptur 6 Monate postoperativ	53
Tabelle 3.4	Demographische Daten bei sonographisch «auffälliger Sehnenstruktur» 6 Monate postoperativ	54
Tabelle 3.5	Alltagsschmerz im <i>Numeric Rating Scale</i> (NRS) im Verlauf ...	55
Tabelle 3.6	Maximalschmerz im <i>Numeric Rating Scale</i> (NRS) im Verlauf	56
Tabelle 3.7	Schmerzen nach Nachbehandlung im Verlauf	56
Tabelle 3.8	SF-36 <i>Subscore</i> «Soziale Funktion» nach Nachbehandlung .	65
Tabelle 3.9	SF-36 <i>Subscores</i> in der Subgruppenanalyse Rupturgröße im konservativen Nachbehandlungsmodell	67

Tabelle 3.10	NHP-Subscore «Schlaf» und «Energie» nach Geschlecht..	70
Tabelle 3.11	Beweglichkeit des Gesamtkollektivs im Verlauf.....	78
Tabelle 3.12	Bewegungsausmaß sechs Monate postoperativ nach Nachbehandlungsgruppe.....	79
Tabelle 3.13	Beweglichkeit sechs Wochen postoperativ in der Subgruppenanalyse nach Nachbehandlung und Alter	85
Tabelle 3.14	Kraft sechs Monate postoperativ nach Nachbehandlung	88
Tabelle 3.15	Kraft sechs Monate postoperativ nach Alter	88
Tabelle 3.16	Kraft von präoperativ auf sechs Monate postoperativ nach Geschlecht.....	89
Tabelle 4.1	Studienvergleich zur Flexion im Verlauf.....	95
Tabelle 4.2	Studienvergleich zur Außenrotation im Verlauf.....	98
Tabelle 4.3	Studienvergleich zur Innenrotation im Verlauf	99
Tabelle 4.4	Studienvergleich zur Abduktion im Verlauf	100
Tabelle 4.5	Studienvergleich zur hohen Außenrotation im Verlauf	101
Tabelle 4.6	Studienvergleich zum Schmerz im Verlauf	104
Tabelle 4.7	Studienvergleich zum Constant-Score im Verlauf	106
Tabelle 4.8	Studienvergleich zum DASH-Score im Verlauf.....	106
Tabelle 4.9	Studienvergleich zum ASES-Score im Verlauf	107
Tabelle 4.10	Studienvergleich zur Abduktionskraft im Verlauf	108

Anhang

Tabelle A1	Nachbehandlungsstudien in AA-Technik – Vergleich der Nachbehandlungen und Patientenkollektive	119-121
Tabelle A2	Nachbehandlungsstudien in MO-Technik – Vergleich der Nachbehandlungen und Patientenkollektiv	122

1 Einleitung

Die Rotatorenmanschette (RM) ist eine Funktionseinheit, die aus den vier Muskeln M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. subscapularis und M. teres minor sowie deren Sehnen besteht. Die Muskeln entspringen am Schulterblatt und umschließen den Oberarmkopf. Sie bilden mitsamt der superioren Gelenkkapsel eine Sehnenplatte und sind sowohl maßgeblich verantwortlich für die Schulterfunktion, als auch die Zentrierung des Glenohumeralgelenks (13).

Als Rotatorenmanschettenrupturen (RM-Rupturen) werden strukturelle Erkrankungen dieser Manschette bezeichnet, bei der mindestens eine Sehne dieses Sehnenkomplexes gerissen ist. Die Supraspinatussehnenruptur stellt dabei die häufigste Form der Schädigung dar und führt klinisch oft zu nächtlichen Schmerzen in der Schulter und einer Einschränkung von Überkopftätigkeiten (14, 15). Im Spätstadium kann es zu starken Schmerzen und Bewegungseinschränkungen bis hin zum funktionellen Verlust der Schulter im Alltag kommen (16, 17).

Rotatorenmanschettenrupturen sind mit einer Punktprävalenz von ca. 2-22% für vollschichtige Rupturen und 20-33% inklusive Partiailläsionen eine häufige Erkrankung der Bevölkerung (14, 18, 19). Auch in der asymptomatischen Bevölkerung liegt die Prävalenz zwischen 7-50% mit altersabhängig zunehmender Häufigkeit (16, 20-22).

Nach einer operativen Versorgung mittels Rekonstruktion der Rotatorenmanschette kommt es im Verlauf in ca. 14%, bei Patienten über 65 Jahren sogar in ca. 42% der Fälle, zu einer Reruptur. Daher wird in aktuellen Studien versucht, dies durch eine Modifikation der Operationsverfahren oder der physiotherapeutischen Nachbehandlung positiv zu beeinflussen (23-25). Modifikationen der Operationsverfahren z.B. durch eine Augmentation der Rekonstruktion mit Patches, Platelet-Rich-Plasma oder modifizierte Nahttechniken brachten bisher noch nicht den erhofften Rückgang der Rerupturrate (26, 27). Daher liegt ein wesentlicher Fokus der Forschung auf einer Modifikation der Nachbehandlung. Zwar gibt es eine Leitlinie zur Diagnostik und Behandlung von Patienten mit RM-Läsionen die auch Empfehlungen zur Nachbehandlung nach chirurgischer Rekonstruktion beinhaltet (28), allerdings

bleiben diese vergleichsweise unkonkret und werden abgeschlossen mit der 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.“ Darüber hinaus werden keine belastbaren Kriterien angegeben an denen man ein konservativeres oder progressiveres Nachbehandlungsregime ausrichten könnte und die unterliegenden Daten resultieren hauptsächlich aus Studien mit arthroskopischer RM-Refixation. Die meisten Chirurgen favorisieren eine frühe passive Mobilisation (29), aktuelle Studien beschreiben jedoch auch bei längerer Ruhigstellung keine vermehrte Steifigkeit der Schulter und zeigen, wenngleich nicht signifikant, Tendenzen zu einer verringerten Rerupturrate bei prolongierter Restriktion der passiven Bewegung (6, 11, 30). Weiterhin erfolgten alle bis auf eine der prospektiv vergleichenden Studien nach einer arthroskopischen Operation (2-7, 9-12) trotz vergleichbarer Ergebnisse mittels Mini-Open-Technik (1, 31, 32).

1.1 Risikofaktoren von Rotatorenmanschettenrupturen

1.1.1 Risikofaktor Alter

Die Entstehung von RM-Rupturen ist in der Regel multifaktoriell, wobei das Alter einen ganz wesentlichen Risikofaktor darstellt. So stellten Lehman et al. in einer großen Kadaverstudie eine Inzidenz von 6% bei unter 60 Jährigen und eine von ca. 30% bei über 60 Jährigen fest (33). Weitere Studien bestätigten, dass mit zunehmendem Alter der Patienten die Prävalenz an RM-Rupturen zu erkranken signifikant ansteigt (16, 20, 23, 34). Bei der asymptomatischen Bevölkerung über 80 Jahren wird sogar eine Prävalenz von bis zu 51% beschrieben (20). Meist entstehen RM-Rupturen bei älteren Patienten durch degenerative Prozesse, während bei jungen Patienten (<40 Jahren) häufig ein Trauma oder eine chronische Überbelastung der Schulter durch hohe Belastung im Leistungssport, starke körperliche Belastung mit repetitiven Tätigkeiten oder Überkopfarbeiten im Beruf die Ursache ist (35-37).

1.1.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren

Weiterhin konnte ein Zusammenhang zwischen kardiovaskulären Risikofaktoren und RM-Läsionen gezeigt werden (38). Die Ergebnisse sind jedoch uneinheitlich, unter

anderem weil verschiedene Definitionen für RM-Läsionen verwendet werden wie zum Beispiel RM-Tendinopathie, Schulterschmerzen oder chronische RM-Tendinitis. Einige Studien bestätigen einen Zusammenhang zwischen Diabetes mellitus und Schulterschmerzen sowie einer RM-Tendinopathie. Ein direkter Zusammenhang zwischen Diabetes und bildmorphologisch gesicherten RM-Rupturen wurde jedoch nicht untersucht (38-40). Eine retrospektive Längsschnittstudie zeigte jedoch bei Diabetikern eine signifikant erhöhte Prävalenz und ein vermehrtes Reruptur-Risiko für operative RM-Rekonstruktionen im Vergleich zu Nicht-Diabetikern (41).

Adipositas zeigt in vielen Studien ebenfalls eine erhöhte Inzidenz für Schulterschmerzen und RM-Tendinopathie (42). Dies ist besonders ab einem BMI über 30, und noch deutlicher über 35 zu sehen (43, 44). Besonders abdominelle Adipositas scheint die Prävalenz von RM-Tendinopathie zu begünstigen (44). Gumina et al. konnte in einer Fall-Kontrollstudie sogar zeigen, dass Patienten mit einer massiven RM-Ruptur einen signifikant höheren BMI als Patienten mit einer kleinen RM-Ruptur (45).

Als weiterer kardiovaskulärer Risikofaktor wurde bei Patienten mit RM-Läsionen ein erhöhter Blutdruck festgestellt (38). Gumina et al. konnten sogar eine positive Korrelation von arterieller Hypertonie und Rupturgröße feststellen. Dabei sind kleine Rupturen nicht mit erhöhtem Blutdruck assoziiert, Hypertoniker haben jedoch ein erhöhtes Risiko eine massive Ruptur zu erleiden (46, 47).

1.1.3 Risikofaktor Rauchen

Eine Querschnittsstudie in Dänemark an 1306 Verkäufern und Verkäuferinnen sowie eine Kohortenstudie an 243 Näherinnen konnten zeigen, dass Rauchen vermehrt mit Schulterbeschwerden einhergeht, allerdings wurde keine Assoziation zu manifesten RM-Rupturen gefunden (48, 49). Baumgarten sowie Djerbi et al. wiederum konnten in ihrer Studie an 586 symptomatischen Patienten beziehungsweise (bzw.) 206 operativ behandelten RM-Refixationen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Rauchen und RM-Rupturen feststellen (46, 50). Dabei ist sowohl die Menge der täglich gerauchten Zigaretten (ab 1 Päckchen pro Tag), als auch die Dauer des bereits bestehenden Nikotinkonsums prognostisch ungünstig (50). Im Gegensatz dazu konnten Silverstein et al. in ihrer Querschnittsstudie an 733 Arbeitern keine erhöhte

Prävalenz von Rotatorenmanschettenrupturen bei Rauchern oder ehemaligen Rauchern finden (51).

1.1.4 Weitere Risikofaktoren

Bezüglich der Hypercholesterinämie (Cholesterol >240mg/dl) als Risikofaktor besteht eine heterogene Datenlage (52, 53). Auch genetische Ursachen werden diskutiert und sind Gegenstand aktueller Forschung (54). So werden zum Beispiel Einzelnukleid-Polymorphismen in Genen mit Relevanz für die Zellapoptose wie SAP30BP und SASH1 im Zusammenhang mit RM-Rupturen untersucht (55).

Das Geschlecht scheint in einigen Studien keinen Einfluss auf die Prävalenz von RM-Rupturen zu haben (23, 38, 51). In anderen Studien zeigen Männer in der arbeitenden Bevölkerung jedoch eine erhöhte Prävalenz für operative RM-Rekonstruktionen (22% vs. 78%) (56). Yamamoto et al. wiesen in einer Querschnittsstudie in einem japanischen Bergdorf in der gesamten Population ebenfalls eine erhöhte Prävalenz von RM-Rupturen bei Männern nach (16). Da in dieser Untersuchung jedoch nicht nur das Geschlecht, sondern auch ein Trauma in der Vorgeschichte sowie schwere körperliche Arbeit in Zusammenhang mit einer RM-Ruptur standen, ist eine eindeutige Zuordnung in diesem Fall nicht sicher möglich (16).

1.2 Behandlungsoptionen

Symptomatische Rotatorenmanschettenrupturen können sowohl konservativ als auch operativ behandelt werden. Häufig geht einer operativen Behandlung eine erfolglose konservative Behandlung voraus (57).

1.2.1 Konservativer Behandlungsversuch

Die konservative physiotherapeutische Behandlung besteht aus einer medikamentösen Schmerzbehandlung sowie aus Bewegungstherapie, manueller Therapie und Eigenübungen. Bei Bedarf kann auch die intraartikuläre Injektion von Kortison erfolgen (28). Weitere mögliche Behandlungsverfahren ohne nachgewiesene

Evidenz sind Iontophorese, Transkutane elektrische Nervenstimulation, Wärme/Kältetherapie, Lasertherapie, Röntgen-Reizbestrahlung, Hyperbare Sauerstofftherapie und Magnetfeldtherapie (28).

Die physiotherapeutischen Konzepte unterscheiden sich maßgeblich in den durchgeführten Übungen und zusätzlichen Behandlungsoptionen, sodass es aktuell keinen Goldstandard bezüglich des Behandlungsschemas gibt (58). Kuhn et al. analysierten in ihrem systematischen Review die vorliegende Literatur zur physiotherapeutischen Behandlung von Impingement-Syndromen und empfehlen anhand der Ergebnisse zu Beginn eine angeleitete Physiotherapie zwei bis drei Mal wöchentlich sowie eine zusätzliche manuelle Therapie. Patienten, die keine manuelle Therapie mehr benötigen, können die angeleiteten Übungen im Heimtraining weiterführen (28, 58). Hier sollen Beweglichkeitsübungen zur Verbesserung der Haltung sowie der glenohumeralen Beweglichkeit mit Aufricht-, Dehn- und Pendelübungen täglich durchgeführt werden. Kraftübungen und Übungen zur Stabilisierung der Skapula sollten drei Mal pro Woche erfolgen (58). In einer nachfolgenden Studie wurde dieses Behandlungsschema auf nicht-traumatische RM-Rupturen angewandt und zeigte gute klinisch funktionelle Ergebnisse nach zwei Jahren. Insgesamt konnten mindestens 58% der initial rekrutierten Patienten nach 2 Jahren allein durch die Physiotherapie erfolgreich behandelt werden und bedurften keines operativen Eingriffes (57).

Das Ziel der konservativen Behandlung von RM-Rupturen stellt die Linderung der Schmerzen, eine verbesserte glenohumerale Beweglichkeit und Schulterfunktion im Alltag sowie das Vermeiden einer operativen Behandlung dar (59). Nach den meisten physiotherapeutischen Behandlungsprotokollen wird eine Verbesserung des Schmerzempfindens und der Schulterfunktion erreicht. Eine größere Beweglichkeit oder Kraft in der Schulter zeigt sich nur bei wenigen Studien (58, 60). Insgesamt zeigt das konservative Behandlungsmodell auch langfristig gute funktionelle Ergebnisse in Studien zwei Jahre nach Behandlungsbeginn (57, 61).

Trotz der guten Ergebnisse ist zu beachten, dass die Rupturgröße während der konservativen Behandlung zunehmen kann (62). Keener et al. zeigten in einem Follow up von 5,1 Jahren, dass sich 49% der asymptomatischen RM-Rupturen im Verlauf

progredient zeigten, dabei hatten Komplett rupturen ein 4,2faches Risiko, Teilrupturen ein 1,5faches Risiko (63). Verschiedene Risikofaktoren für eine Progression der Ruptur sind unter anderem erhöhtes Alter, die initiale Rupturgröße und Lokalisation der Ruptur (besonders anteriore Rupturen) sowie die fettige Infiltration der Sehne. Allerdings sind diese Faktoren in Studien mit geringer Evidenz (Evidenzgrad IV) und kleiner Studienpopulation erfasst worden (64, 65). Dunn et al. konnten in einer großen prospektiven Multicenterstudie zeigen, dass sich allein die Erwartungshaltung des Patienten negativ auf den Erfolg der konservativen Therapie bzw. das Verlangen nach einer OP auswirkt. Rupturgröße, Retraktion der Sehne und Schmerz hatten keinen Einfluss auf den Abbruch des konservativen Behandlungsverfahrens (66).

Da Rupturgröße und postoperatives Outcome miteinander assoziiert sind, sollte bei ungenügendem Ansprechen der konservativen Behandlung frühzeitig die OP-Indikation erwogen werden (67, 68). Eine genaue Empfehlung bezüglich des optimalen OP-Zeitpunktes bei chronischen RM-Rupturen gibt es allerdings bisher nicht (28, 69), bei akut traumatischen RM-Rupturen wird ein zeitnahes operatives Vorgehen empfohlen (8). Dunn et al. konnten zusätzlich zeigen, dass die Entscheidung zur OP meist innerhalb der ersten 12 Wochen nach konservativem Behandlungsbeginn getroffen wird (66).

Zusammenfassend wird in der Regel aufgrund der guten funktionellen Ergebnisse und der geringeren Invasivität zunächst ein konservatives Vorgehen empfohlen, welches jedoch engmaschig überprüft und gegebenenfalls rechtzeitig reevaluiert werden sollte, damit eine operative Therapie in einem funktional begünstigendem Zeitintervall stattfinden kann. Besonders geeignet für die konservative Behandlung scheinen ältere, kooperative Patienten mit klein- bis mittelgroßen degenerativen RM-Rupturen zu sein, welche einer konservativen Behandlungsmethode aufgeschlossen gegenüber stehen (61, 66, 68).

1.2.2 Operative Versorgung

1.2.2.1 Technik der RM-Refixation

Die Optimierung der Operationsmethoden wird in aktuellen Studien untersucht, um die hohe Rerupturrate nach operativer Rotatorenmanschettenrekonstruktion (RM-

Rekonstruktion) sowie das funktionelle und strukturelle Outcome zu verbessern (32, 70, 71). Während der Operation werden die gerissene(n) Sehne(n) wieder an ihrem Ansatz am Tuberkulum majus befestigt. Man bezeichnet diese Insertionsstelle als den sogenannten *Footprint*. Im Rahmen des Eingriffs werden auch Begleitpathologien evaluiert und gegebenenfalls in der gleichen Sitzung therapiert (13).

Die Operation kann entweder arthroskopisch (AA), offen oder mithilfe des *Mini-Open-Approach* (MO) durchgeführt werden (13). Huang et al. sowie Nazari et al. zeigten in ihren Metaanalysen, dass die Ergebnisse von MO und AA als äquivalent bezüglich der postoperativen Schulterfunktion im Alltag, Beweglichkeit, Schmerzen sowie Patientenzufriedenheit gelten (32, 72). Van der Zwaal et al. zeigten in ihrer prospektiven Studie zwar bessere funktionelle Ergebnisse sechs Wochen postoperativ in der arthroskopischen Patientengruppe mit jedoch vergleichbaren Ergebnissen zwölf Monate postoperativ (73). Weitere Studien wiesen einen verminderten Schmerzmittelbedarf unmittelbar postoperativ sowie einen Rückgang der Schmerzen zugunsten des AA-Verfahrens nach (73-75). Im Gegensatz dazu zeigte sich in einer Metaanalyse von Huang et al. im Constant-Murley-Score ein geringer Vorteil der *Mini-Open*-Technik im Vergleich zum arthroskopischen Verfahren $p=0,025$ (32). Barnes et al. sowie Bishop et al. zeigten sogar eine bessere strukturelle Integrität des MO-Approach 1-2 Jahre postoperativ (76, 77). In den klinischen und sonographischen Kontrollen sowie der Entwicklung von adhäsiver Kapsulitis 6 Monate bzw. 1 Jahr postoperativ werden die zwei Methoden jedoch in den meisten Studien als gleichwertig betrachtet (32, 73-75, 78-80).

Die Refixation der Sehne(n) kann transossär oder mittels Anker durchgeführt werden. Die Nahttechniken variieren stark. Weit verbreitete Techniken sind *single-row* (SR), *double-row* (DR), *suture-bridge* (SB) oder die modifizierte Mason-Allen-Nahttechnik (70, 81-83). Die transossäre Methode in *single-row*-Technik zeigt in Kadaverstudien eine gute Stabilität und eine gute Bedeckung des *Footprint* im Vergleich zur Anker-Technik, wird jedoch durch die Knochenqualität beeinflusst (84, 85). Die Leitlinie der AAOS 2017 (*American Academy of Orthopaedic Surgeons*) sieht aufgrund von fehlenden klinischen Vergleichsstudien keinen eindeutigen Vorteil einer der beiden Methoden und gibt daher keine klare Empfehlung (28).

Die *suture-bridge* Methode zeigt in Kadaverstudien im Vergleich zu der *single-* und *double-row*-Naht eine höhere biomechanische Stabilität und wird auch als äquivalente transossäre Nahtmethode bezeichnet (81). Die modifizierte Mason-Allen-Technik (arthroskopische Variation) ist eine transossäre Refixation mit vergleichbaren Ergebnissen zur *Double-Row*-Technik im Sinne von Integrität und Funktion (86). Auch im Schaf-Modell von Baleani et al. zeigte sich eine erhöhte Belastbarkeit der modifizierten Mason-Allen-Technik im Vergleich zur SR (226 N in der gesunden Sehne) (87). Dabei sollte die fixierte Sehne mindestens 180 N aushalten, welches ca. 2/3 der maximalen Muskelkontraktionskraft entspricht, um eine erhöhte Rerupturrate in der vulnerablen postoperativen Phase zu vermeiden (88). Im Schaf-Modell zeigten Klinger et al. zwar, dass die traditionelle Mason-Allen-Naht der arthroskopischen Fixierung mit Anker unterlegen ist, beide Nähte jedoch eine gute Stabilität aufweisen (634 versus 750 Zyklen bei repetitiver Belastung mit 10-180N um eine Reruptur von 5mm zu erzeugen, $p=0,012$) (89).

1.2.2.2 Tenodese/Tenotomie der langen Bizepssehne (LHB)

Bei vorliegender Pathologie der langen Bizepssehne wird diese simultan mit der RM-Refixation im gleichen Eingriff versorgt um ein schlechteres funktionelles Outcome zu vermeiden (13, 90). Aufgrund der intraartikulären Lage der proximalen langen Bizepssehne kann eine unbehandelte Pathologie der Sehne negativen Einfluss auf die Entzündungsreaktion in der Schulter sowie die postoperativen Schmerzen haben (91). Bei der operativen Behandlung der LHB wird der lange Kopf der Bizepssehne intraartikulär am Ansatz abgetrennt und entweder im Sulcus bicipitalis angenäht (Tenodese) oder nicht angenäht (Tenotomie). Über den Unterschied des Outcomes zwischen Tenodese und Tenotomie existieren divergierende Meinungen und eine unzureichende Studienlage. Einige Studien zeigten in der Metaanalyse von Na et al. ein vermehrtes Auftreten von Popeye-Zeichen (Sichtbare Distalisierung des Muskelbauchs), Muskelkrämpfen, verminderter Supinationskraft oder schlechteren Constant-Scores bei Tenotomie im Vergleich zur Tenodese (92). Die erhobenen Constant-Scores sind jedoch nur subklinisch schlechter, also unterhalb des klinisch relevanten Grenzwertes (93-96). Weitere Studien zeigen keinen funktionellen Unterschied zwischen Tenotomie und Tenodese (97, 98).

1.2.2.3 Akromioplastik/Subakromiale Dekompression

Über die Entstehung von RM-Rupturen existieren verschiedene Theorien: Die intrinsische Theorie beschreibt den degenerativen Verfall und repetitive Belastung als Ursache für RM-Rupturen, andere sehen die Einengung im subakromialen Raum als Ursache oder Verschlimmerung von RM-Rupturen. Bigliani et al. stellten einen Zusammenhang von RM-Rupturen und subakromialer Enge fest und führten daraufhin eine Klassifikation von Akromiontypen anhand der Morphologie durch, welche das Akromion in Typ I (flach), Typ II (gebogen) und Typ III (hakenförmig) unterteilt (13). Eine sogenannte Akromioplastik, d.h. eine Abtragung von potentiell die Manschette bedrängendem Knochen wird nach den Leitlinien unabhängig von der Akromionmorphologie nicht generell empfohlen, Jedoch werden aufgrund der beobachteten Assoziation zwischen RM-Rupturen und Akromionkonformationen des Typs Bigliani III sowie bei osteophytären Anbauten subakromiale Dekompressionen durchgeführt um den subakromialen Raum zu erweitern und das Risiko für erneute Läsionen der Rotatorenmanschette zu minimieren (99, 100). Hierfür wird besonders der anterior-inferiore Teil des Akromions, vorhandene Sporne (ventrale Akromioplastik nach Neer) sowie ggf. der kaudale Teil des Ligamentum coracoacromiale reseziert (13, 99, 101). Die Dekompression erfolgt meist arthroskopisch über den lateralen Zugang mithilfe einer Tannenzapfenfräse (*Acromionizer*) oder einer Kugelfräse (13).

Trotz guter Ergebnisse nach Akromioplastik besteht die Diskussion, ob diese überhaupt durchgeführt werden muss. Aktuelle Studien zeigen eine Tendenz zu vermehrten RM-Revisionen ohne Akromioplastik aber statistisch signifikant waren diese Ergebnisse auch in einer Metaanalyse nicht (102). Weiterhin zeigte sich kein Unterschied in den funktionellen Tests (Constant, UCLA und VAS) (103, 104). Aufgrund dieser Studien wird eine routinemäßige Akromioplastik nicht empfohlen (28, 105), bei der Ausbildung subakromialer Sporne wird sie jedoch trotzdem durchgeführt um einen mechanischen Stress auf die Rotatorenmanschette zu vermindern (106).

1.2.2.4 ACG-Resektion

Die Arthrose des Akromioklavikulargelenks (ACG) ist eine der häufigsten Arthrosen des menschlichen Organismus und kann als Begleitpathologie bei Patienten mit RM-Rupturen diagnostiziert werden (13).

Bei symptomatischer ACG-Arthrose kann eine ACG-Resektion, d.h. in der Regel eine Resektion von 5-10mm des gelenkbildenden lateralen Abschnitts der Klavikula durchgeführt werden (13). Es wird ein gutes funktionelles Outcome nach ACG-Resektion in Kombination mit einer RM-Rekonstruktion beschrieben (107, 108). Im Gegensatz dazu stellten Park et al. in ihrer randomisierten prospektiven Studie bei Patienten mit RM-Ruptur und symptomatischer ACG-Arthrose keinen Unterschied zwischen RM-Refixation allein und RM-Refixation mit zusätzlicher ACG-Resektion fest (109). Eine ACG-Arthrose äußert sich hauptsächlich durch Schmerzen. Begleitpathologien wie eine Bursitis, Kapsulitis oder ein Impingement-Syndrom können eine symptomatische ACG-Arthrose vortäuschen (107). Da laut aktueller S2e-Leitlinie „Rotatorenmanschette“ der DGOOC (03/2017) eine simultane ACG-Resektion zur RM-Rekonstruktion ausschließlich bei symptomatischer ACG-Arthrose empfohlen wird, ist die Indikationsstellung zurückhaltend zu stellen (8). Insgesamt zeigen sich gute Langzeitergebnisse mit weniger Re-Operationen im Verlauf weshalb bei symptomatischer ACG-Arthrose bei RM-Rekonstruktionen eine Klavikularesektion empfohlen wird (28, 110).

1.3 Nachbehandlung im Anschluss an die Operation

1.3.1 Heilungsprozess und Nachbehandlung im Modell

Der Heilungsprozess von Sehnen durchläuft unterschiedliche Stadien. Im Rattenmodell wurde dabei folgender Ablauf beobachtet (111, 112):

In den ersten 2 Wochen findet eine Entzündungsphase statt, die durch Einwanderung von Leukozyten, Lymphozyten und Monozyten gekennzeichnet ist. Die Ausschüttung von Histamin und Bradykinin führt zu einer erhöhten vaskulären Permeabilität und dadurch zur Einwanderung der Zellen ins Gewebe. Ein Narbengewebe aus Fibrin und Fibronectin entsteht (112).

Bis zur 4. Woche wird das vorläufige Narbengewebe durch Fibroblasten, Myofibroblasten und endotheliale Zellen ersetzt und ein Granulationsgewebe mit höherer Adhäsion entsteht (112). Weiterhin wird Kollagen Typ III von Fibroblasten produziert. Der Reifungs- und Remodellierungsprozess schließt sich an und dauert ca. 12-26 Wochen. Anschließend ersetzt das stabilere Kollagen I das vorläufig eingebaute

Kollagen III (111). Dadurch entsteht ein festes Bindegewebe und die finale Integration von der Sehne in den Knochen (112).

Dieser Heilungsverlauf zeigt, dass zunächst ein vorläufiges Zwischengerüst entsteht, welches weniger stabil ist als das finale Bindegewebe aus Kollagen I und dementsprechend einer angepassten Nachbehandlung bedarf.

Eine Simulationsstudie von Haering et al. an gesunden Patienten zeigte, dass auch passive Bewegungen einen relevanten Stress auf die refixierten Sehnen ausüben können, die zu einer Reruptur führen könnten. Besonders kombinierte Innenrotationsbewegungen mit tiefer oder hoher Abduktion (<38 Grad oder > 65 Grad) bewirkten einen Stress auf die Supraspinatussehne. Mit zunehmender Größe der Läsion ergab sich ein kleineres „sicheres Bewegungsintervall“ (113).

Weiterhin zeigte sich im Rattenmodell, dass eine verlängerte Ruhigstellung der Schulter zu verbesserter Sehnen-Knochen-Heilung führt (114, 115). Peltz et al. konnten demonstrieren, dass es nach kurzer Ruhigstellung (2 Wochen im Rattenmodell) mit anschließender aktiver Nachbehandlung zu schlechteren Ergebnissen kam im Vergleich zu einer länger immobilisierten Vergleichsgruppe (116). Im Gegensatz dazu beschrieben Galatz et al. eine schlechtere Heilung ohne jegliche Bewegung postoperativ und schlossen daraus, dass ein gewisser Bewegungsreiz für die Heilung essenziell sei. Allerdings beinhaltete deren Modell akute und keine chronischen RM-Verletzungen (117), welche die Hauptpathologie bei Menschen ausmachen. Dies lässt schließen, dass eine gewisse Ruhigstellung erwünscht und sogar förderlich für den Heilungsprozess ist, dass aber auch nach gewisser Zeit mit entsprechenden Übungen die Schulter trainiert werden muss um die Heilung zu fördern.

Über den Einfluss des Nachbehandlungsverfahrens auf die postoperative Beweglichkeit und die Entwicklung einer Schultersteife herrschen aktuell noch verschiedene Meinungen. Sarver et al. konnten jedoch im Rattenmodell demonstrieren, dass eine Gelenksteife infolge einer Ruhigstellung als passager und reversibel und daher nicht als nachhaltig negativ in der Langzeitprognose zu sehen ist (118).

1.3.2 Exkurs Definition einer Schultersteife

Der Symptomkomplex Arthrofibrose, adhäsive Kapsulitis, „Schultersteife“ oder auch „*Frozen Shoulder*“ wird in der Literatur oftmals synonym verwendet und wurde erstmals durch Simon-Emmanuel Duplay 1872 als „Periarthritis der Schulter“ beschrieben und bezeichnet eine Einschränkung der aktiven und passiven Beweglichkeit des Glenohumeralgelenks (119). Daraufhin folgten verschiedene Definitionen und Auslegungen bis 2011 Zuckerman et al. auf Grundlage eines Konsensus-Verfahrens mit der Vereinigung der *American Shoulder and Elbow Surgeon* (ASES) eine bis heute weithin angewandte Definition etablierten. Sie definierten die „*Frozen Shoulder*“ als eine funktionelle Einschränkung der aktiven und passiven Beweglichkeit der Schulter mit weitgehend unauffälligen radiologischen Befunden (Ausnahme Osteopenie und Tendinosis Calcarea). Weiterhin klassifizierten sie die „*Frozen Shoulder*“ in primäre und sekundäre Schultersteife (120). Die primäre Schultersteife definierten sie als Schultersteife ohne identifizierbare Ursache. Die sekundäre Schultersteife unterteilten sie nochmals nach Ätiologie in intrinsische (z.B. RM-Ruptur, Tendinitis Calcarea, Bizepssehnentendinitis), extrinsische (z.B. Humerusschaftfrakturen, ipsilaterale Brust-OP, etc.) und systemische Schultersteife (z.B. Diabetes mellitus, Hyper/Hypothyreoidismus) (120). Die postoperative Schultersteife kann jedoch nicht zweifelsfrei einer Gruppe zugeordnet werden und bedarf noch weiterer Abklärung insbesondere in Hinsicht auf das genaue Ausmaß der eingeschränkten Beweglichkeit (121).

Die postoperative Schultersteife ist eine gefürchtete Komplikation nach RM-Rekonstruktion. Entsprechend wird oftmals eine frühe intensive physiotherapeutische Behandlung angestrebt, um diese zu vermeiden. Die Ätiologie der postoperativen Schultersteife ist noch nicht abschließend geklärt, man geht allerdings von postoperativen Adhäsionen und kapsulären Kontrakturen aus (122). Die Häufigkeit der postoperativen Schultersteife wird in der Literatur mit 3-23% beschrieben (30, 121, 123-125). Die starke Variation der beobachteten Häufigkeiten liegt unter anderem an der großen Varianz in der Definition einer „postoperativen Schultersteife“.

Audige et al. beschrieben in ihrem systematischen Review 16 verschiedene Definitionen der postoperativen Schultersteife in der Literatur bis 2015 (Auszug siehe

Tabelle 1.1) (121). Aufgrund dieser Variabilität können Studien schlecht miteinander verglichen und Risikofaktoren evaluiert werden (125, 126).

Tabelle 1.1 Übersicht: Definitionen der Schultersteife reproduziert nach Audige et al. (121)

Unterschiedliche Definitionen der Schultersteife		
Jahr und Erstbeschreibung	Definition	Zitation und Anwendungen
1992 Shaffer et al.	1. Mindestens einmonatige Schulterschmerzen und -steife ohne anderen erudierbaren Grund, 2. passive Einschränkung glenohumeral und scapulothorakal von $\leq 100^\circ$ Abduktion und $< 50\%$ Außenrotation im Vergleich zur Gegenseite	Ko et al. Murray et al.
1993 Zuckerman und Cuomo et al.	Signifikante Einschränkung aktiver und passiver Beweglichkeit der Schulter ohne bekannte intrinsische Ursache mit unklarer Ätiologie	Harryman und Lazarus et al.
1994 Matsen et al.	Funktions- und Bewegungseinschränkungen der Schulter mit normalem Gelenkspalt und unauffälligem Röntgen; 1. <i>Frozen Shoulder</i> : keine pathologischen Veränderungen außer Osteopenie; 2. posttraumatisch/postoperative Schultersteife: Trauma/OP in der Vorgeschichte und humeroscapulare Elevation $< 90^\circ$	
1997 Mansat et al.	Passive Elevation $< 120^\circ$ nach 6 Monaten	
2004 Harryman und Lazarus et al.	1. <i>Frozen Shoulder</i> : Idiopathische Schultersteife der gesamten Beweglichkeit mit konsekutiver Kontraktur der Gelenkkapsel; 2. Posttraumatisch: Nach Trauma Entwicklung einer Kontraktur der an der Beweglichkeit teilnehmenden Strukturen	1. Frozen shoulder: Zuckerman und Cuomo et al.; Matsen et al.
2007 Brislin et al.	90 Tage mindestens 1 Kriterium: 1. Passive ARO in Neutralnull $< 10^\circ$; 2. Hohe passive ARO in 90° Abduktion $< 30^\circ$; 3. Passive Flexion $< 100^\circ$	Parsons et al. Papalia et al.
2008 Oh et al.	Mindestens eins von 3 Kriterien: 1. Elevation $< 120^\circ$; 2. Außenrotation in Neutralnull $< 30^\circ$; 3. Innenrotation kleiner L3	Chung et al.
2009 Coghlan et al.	postoperative Schultersteife: Schulterschmerzen und -steife sowie Bewegungseinschränkungen $\geq 30^\circ$ in mindestens 2 Ebenen	
2009 Huberty et al.	Patientenunzufriedenheit mit der Beweglichkeit	Koo et al.
2010 Parsons et al.	Passive Elevation $< 100^\circ$ und passive Außenrotation $< 30^\circ$	Papalia et al. Brislin et al.
2012 Papalia et al.	Addiertes passives Bewegungsdefizit (in Abduktion, Flexion, Außenrotation und Innenrotation); $0-20^\circ$ =mild; $25^\circ-70^\circ$ =moderat und $> 70^\circ$ schwere Schultersteife	Tauro et al.
2012 Peters et al.	Flexion $< 110^\circ$; Außenrotation in Neutralnull $< 25^\circ$ oder Innenrotation kleiner L2	Brislin et al. Oh et al.

1.3.3 Nachbehandlungskonzepte in klinischen Studien

Die Nachbehandlung nach Rotatorenmanschettenrekonstruktion wird sehr unterschiedlich durchgeführt (127). Oft spielen Präferenzen und Erfahrungswerte des Krankenhauses bzw. des Operateurs eine große Rolle.

Einheitlich erfolgt die Ruhigstellung der Schulter postoperativ mithilfe eines Gilchrist-Verbandes für 4-6 Wochen um die Schulter von passivem Zug im Alltag zu entlasten (112, 128). Eine Ruhigstellung von 8 Wochen im Vergleich zu 4 Wochen zeigte bei Koh et al. eine deutlich vermehrte Entwicklung von postoperativer Schultersteife und wird somit nicht standardisiert durchgeführt (7). Doch auch wenn die Anzahl der Patienten mit einer Schultersteife in der Gruppe mit der längeren Ruhigstellung signifikant erhöht war (38% vs. 18%), war die Beweglichkeit der zwei Gruppen nicht signifikant unterschiedlich (Definition der Schultersteife in seiner Studie: 1. Elevation $<120^\circ$ oder 2. IRO $< L3$ oder 3. ARO $<20^\circ$). Es gab also in der Gruppe mit längerer Ruhigstellung prozentual mehr Patienten, welche eines der Kriterien einer Schultersteife erfüllten, die durchschnittliche Beweglichkeit in Extension/Flexion sowie Außen- und Innenrotation unterschied sich zwischen den zwei Gruppen nach 6 und 24 Monaten postoperativ jedoch nicht signifikant (7).

Weiterhin besteht eine heterogene Datenlage bezüglich der Art der Ruhigstellung mittels Schlinge oder Abduktionskissen. Eine Studie von Jackson et al. simulierte am Computer gesteuerten Modell, dass bei isolierten SSP-Rupturen bei einer Abduktion von 61° bis 109° abhängig von der Größe der Läsion am wenigsten Spannung auf der Sehne liegt (129). Bei massiven RM-Läsionen wird eine Abduktion von 21° bis 45° empfohlen (129). Hollmann et al. zeigten in ihrer prospektiv randomisierten Studie jedoch bei der Ruhigstellung in einer Schlinge mit 30° im Vergleich zu 0° Abduktion keine signifikanten Unterschiede drei Monate postoperativ (130). Auch Subgruppenanalysen in Bezug auf Größe der Ruptur und Retraktion ergaben keinen Vorteil für die Abduktionsgruppe. Jedoch ist die Studienpopulation mit 36 Probanden relativ klein und der Nachuntersuchungszeitraum mit drei Monaten postoperativ recht kurz, sodass es weiterer klinischer Studien zur Bestätigung bedarf (130). Tirefort et al. zeigten sogar an Patienten mit kleinen bis mittelgroßen RM-Rupturen, dass Patienten ohne Ruhigstellung im Vergleich zu Patienten mit Ruhigstellung in einer Schlinge (0°)

drei Monate postoperativ einen besseren Bewegungsumfang hatten ohne Hinweis auf eine vermehrte Rerupturrate 6 Monate postoperativ (131). Im klinischen Alltag und bei vergleichbaren klinischen Studien werden beide Immobilisationsverfahren verwendet (3, 5, 10, 11). Bezüglich der Dauer der Ruhigstellung mittels Bandage werden drei bis sechs Wochen postoperativ empfohlen (28).

Die physiotherapeutische Nachbehandlung erfolgt meist mit passiver Bewegung direkt postoperativ da eine Arthrofibrose der Schulter gefürchtet wird (2, 132, 133). Houck et al. beobachteten in ihrem Review über die bestehenden Meta-Analysen, dass frühe passive Mobilisation zu besserer Beweglichkeit besonders in der frühen postoperativen Phase führt (134). Trotzdem zeigen Studien mit einer Ruhigstellung ohne passive Bewegung (PROM) in den ersten 6 Wochen ein gutes funktionelles und strukturelles Outcome (6, 135). Auch konnten Parsons et al. zeigen, dass sich Patienten mit deutlichen Bewegungseinschränkungen 6 Wochen postoperativ im weiteren Verlauf 1 Jahr postoperativ nicht signifikant zu der Vergleichsgruppe unterschieden. Allerdings war bei den bewegungseingeschränkten Patienten eine deutlich reduzierte Rerupturrate zu beobachten (30% vs. 64%). Dieser Unterschied war trotz klarer Tendenz nicht signifikant ($p=0,079$) und bedarf weiterer klinischer Studien zur Bestätigung (30).

Um die Sehne strukturell nicht zu gefährden, beschränken die meisten Studien in den ersten postoperativen Wochen die passive Bewegung (*passive Range Of Motion/ pROM*) auf Außenrotation, Abduktion und Flexion. Mobilisationsgrenzen in der Flexion reichen von 90° (5) über 120° (11, 128) bis zur subjektiven Schmerzgrenze (5), Außenrotation von 20° (136), 30° (11) über 45° (11) bis zur subjektiven Schmerzgrenze (3, 6, 10).

Die aktive Mobilisation beginnt meist nach einer Phase der aktiv assistierten Übungen um die Schulter an die steigende Belastung zu gewöhnen. Frühe aktiv assistierte Bewegung (*Active Assisted Range Of Motion AA-ROM*) direkt postoperativ oder nach vier Wochen ohne vorherige passive Mobilisation zeigten bei Cote und Mazzocca et al. eine hohe Rerupturrate (34%) (9). Vergleichbare Studien mit einer Initiation der aaROM 6-10 Wochen postoperativ nach passiver Physiotherapie hatten Rerupturraten von 8-23% zu verzeichnen (5, 11).

Im Verlauf der aktiven Physiotherapie wird ein Kraftaufbau der Schultermuskulatur gefördert. Dies wird durchschnittlich zwischen der 9. Woche und dem 4. Monat postoperativ, teilweise sogar schon ab der 6. postoperativen Woche (137), begonnen (3, 6). Schulterbelastender Sport beziehungsweise Vollbelastung der Schulter wird ab ca. einem halben Jahr postoperativ erlaubt, allerdings gibt die Literatur dort auch keine klare Zeitvorgabe und es bedarf weiterer klinischer Forschung (3, 10, 138).

Systematische Reviews und Metaanalysen zeigten weiterhin einen Einfluss der Rupturgröße und des Alters auf das Nachbehandlungsverfahren (134, 139). Rupturen unter 3cm profitierten vom progressiven Behandlungsprotokoll, Rupturen über 5cm vom konservativen Behandlungsprotokoll bezüglich des Rerupturrisikos (139). Allerdings bestand die Analyse aus nicht vergleichenden Studien und bedarf daher vergleichender randomisierter klinischer Studien mit Hinblick auf die Rupturgröße als Grundlage für die Wahl der Nachbehandlung um eine hinreichende therapeutische Konsequenz ziehen zu können (139).

1.4 Reruptur

Für die Rerupturrate nach operativ versorgten Rotatorenmanschettenrekonstruktionen finden sich in der Literatur sehr unterschiedliche Zahlen mit einer Streuung von 3 und 52% der Patienten (4, 24, 27, 140-143).

Die meisten Rerupturen ereignen sich innerhalb der ersten 6 Monate, 42% sogar innerhalb der ersten 12 Wochen. 92% der Rerupturen bei mittelgroßen RM-Rupturen ereignen sich innerhalb der ersten 26 Wochen (144). Miller et al. wiesen bei 22 Patienten mit Rupturen >3cm und einem Follow-Up von 24 Monaten alle Rerupturen innerhalb von sechs Monaten postoperativ nach. Auch Koh et al. bestätigten, dass sich die strukturelle Integrität 6 Monate und 20 Monate postoperativ im MRT kaum unterschieden. Lediglich n=1 Reruptur zeigte eine vermehrte Atrophie (145). Auch der klinische postoperative Verlauf zeigt eine kontinuierliche Verbesserung des Schmerzes und der Funktion ab dem 3. Monat bis zum 12. Monat postoperativ. Danach stellt sich eine funktionelle Plateauphase ein (146). Das kritische Intervall lag auch hier besonders innerhalb der ersten 3 Monate postoperativ.

Dies zeigt, dass sich der größte Teil des Heilungsprozesses mit der vulnerablen Phase innerhalb der ersten 6 Monate abspielt und unterstreicht die Wichtigkeit der direkten postoperativen Versorgung.

Trotzdem zeigen in manchen Studien ca. 50% der Patienten mit Reruptur gute funktionelle Ergebnisse postoperativ. Ob ein gutes Ergebnis vorliegt, hängt von der Definition eines erfolgreichen Ergebnisses mittels ASES, Constant-Score oder Patientenzufriedenheit ab (147). Signifikante Unterschiede lassen sich 6 Monate postoperativ in der Abduktionskraft und der Außenrotationskraft zugunsten der intakten Manschette nachweisen (144).

Sowohl bei verheilten als auch bei nicht verheilten Rotatorenmanschetten waren signifikante Verbesserungen der Funktion und des Schmerzes nach der Operation zu verzeichnen und einige strukturelle Rerupturen blieben klinisch inapparent. So konnten Oh et al. keine signifikanten Unterschiede der beiden Gruppen in der postoperativen Funktion nachweisen (148). Eine Metaanalyse von Yang et al. zeigte im Gegensatz dazu bei Rerupturen verschiedener Nahttechniken signifikant schlechtere funktionelle Ergebnisse (ASES, UCLA, Abduktionskraft), während der Schmerz sich nicht signifikant unterschied (VAS-Score) (149).

Um die Risikofaktoren für ein schlechtes funktionelles Ergebnis und Rerupturen zu identifizieren wurden viele Studien durchgeführt, oft mit divergierenden Ergebnissen.

1.4.1 Klinische Risikofaktoren

Das Alter ist ein kontrovers diskutierter Risikofaktor. Einerseits konnten in Studien an Patienten über 65 Jahren sehr gute postoperative Ergebnisse erzielt werden (24). Allerdings erscheinen in der Literatur für ältere Patienten unterschiedliche Angaben zu den Rerupturraten, die meist über den Rerupturraten jüngerer Patienten liegen. Charoussset et al. verzeichneten eine Rerupturrate von 42% bei Patienten über 65 Jahren mithilfe einer CT-Arthrographie nach durchschnittlich 41 Monaten postoperativ, Robinson et al. 32% bei Patienten über 75 Jahren mithilfe des Ultraschalls durchschnittlich 14 Monate postoperativ (24, 150). Im Gegensatz zu Studien die das Alter als unabhängigen Risikofaktor identifiziert haben (151) berichten einige Studien jedoch auch über keine signifikanten Unterschiede (140, 152, 153) bzw. nur über einen Zusammenhang bei univariater Analyse (142). Da verminderte Knochendichte, schlechtere Sehnenqualität, erhöhte Symptombdauer und größere Rupturen oft

zusätzlich bei älteren Patienten auftreten, ist eine klare Trennung der Risikofaktoren oft nicht ausreichend möglich.

Weiterhin konnte im Rattenmodell gezeigt werden, dass chronisch degenerative RM-Rupturen im Vergleich zu akuten Läsionen eine schlechtere Heilungstendenz zeigen mit einer vermehrten Atrophie des M. infraspinatus und M. supraspinatus (154). In klinischen Studien zeigt sich bezüglich der Rerupturrate bei RM-Läsion mit und ohne Trauma in der Vorgeschichte grundsätzlich kein signifikanter Unterschied (155). Liegt allerdings ein Trauma vor und das Traumaereignis liegt länger als 6 bzw. 24 Monate vor der operativen Versorgung, ist allerdings durchaus mit einer erhöhten Rerupturrate zu rechnen (155, 156).

Ein weiterer Faktor, welcher die strukturelle Heilung nach RM-Refixation negativ beeinflussen kann, ist die Einnahme von Fluorchinolonen (157, 158). Es wurde beobachtet, dass die Einnahme von Fluorchinolonen innerhalb der ersten 2 Monate postoperativ zu einer signifikant höheren Revisionsrate führt. Eine Einnahme nach 2 oder 4 Monaten postoperativ zeigt diesen Effekt nicht (28). Der kritische Schulterwinkel zwischen Glenoidebene und Akromionspitze wurde ebenfalls als negativ prädiktiver Wert eingestuft. Dabei zeigen Patienten mit einem Winkel über 38° eine höhere Rerupturrate. Limitationen dieser im Röntgen gemessenen Größe sind allerdings die einheitliche Erhebung mit Qualitätskontrollen (152, 159, 160).

1.4.2 Strukturelle Risikofaktoren

Strukturell lassen sich weiterhin folgende Einflussfaktoren evaluieren: Die Rupturgröße, die Retraktion, die Degeneration und fettige Infiltration der Sehne sowie die Knochenqualität.

Park et al. beschreiben einen signifikanten Anstieg der Rerupturrate bei primärer Rupturgröße über 2cm mittels bildgebender Diagnostik (161). Dies wird unterstützt durch viele Studien, die einen signifikanten Zusammenhang der beiden Faktoren fanden (67, 151, 162, 163). Saraswat et al. konnten im Gegensatz dazu keine Assoziation der Funktion mit der Rupturgröße zeigen. Allerdings wurde keine diagnostische Bildgebung zur Evaluation der Sehnenintegrität durchgeführt (164). Das Ausmaß der Retraktion zeigte bei Chung et al. eine signifikante Korrelation mit der Rerupturrate (142). Im systematischen Review von Saccomano et al. war dies

allerdings nur eine fragliche Assoziation mit wenigen Studien, die den Zusammenhang signifikant bestätigten, sodass diese Frage weiterer prospektiver Studien bedarf (67). Charousset et al. und Chung et al. beschreiben weiterhin ein schlechteres funktionelles und strukturelles Ergebnis bei geringer Knochendichte (142, 146). Allerdings bedürfen auch diese Erkenntnisse aus retrospektiven Studien trotz deutlicher Signifikanz einer prospektiven Bestätigung.

Die fettige Infiltration des Musculus infraspinatus stellt sowohl bei kleinen als auch bei massiven Rotatorenmanschettenrupturen einen unabhängigen Risikofaktor für die Rerupturrate dar (142, 148, 161, 165-168). Die Datenlage für die funktionellen postoperativen Ergebnisse ist jedoch nicht ausreichend (168).

Die fettige Infiltration des M. supraspinatus kann in der schrägen Sagittalebene im MRT nach Thomazeau evaluiert werden (169). Dieser beurteilt das Verhältnis von intaktem Muskelgewebe zum Gesamtgewebe in der Fossa supraspinata (*Occupation Ratio* OR) und teilt die fettige Infiltration in Grad I (Normal, OR 1,0-0,6), Grad II (Moderate Atrophie, OR 0,6-0,4) und Grad III (Schwere Atrophie, OR <0,4) ein. Jeong et al. beobachtete eine schlechtere Operabilität für fettige Infiltrationen des M. supraspinatus mit einer *Occupation Ratio* kleiner 0,4 (170).

Bei guter Heilung nach RM-Refixation kann eine präoperativ vorhandene fettige Infiltration oder eine Atrophie verbessert werden (171). Eine Verschlimmerung der Atrophie korrelierte dabei vermehrt mit schlechterer Heilung der Manschette - Alter, Rupturgröße und präoperative Atrophie hatten keinen Einfluss auf die Integrität der Rotatorenmanschette (172). Lhee et al. zeigten zusätzlich eine Verbesserung der *Occupation Ratio* postoperativ bei Patienten mit einer moderaten bis schweren Retraktion intraoperativ (173). Dabei ist jedoch zu beachten, dass bei vermehrter Retraktion auch die Fehlinterpretation im Sinne einer Pseudoatrophie relevant sein könnte (173).

Zeitgleich auftretende zusätzliche Pathologien, welche auch operativ behandelt werden mussten, zeigten auch einen Einfluss auf die Rerupturrate. Nho et al. verzeichneten eine verminderte Sehnenqualität bei Bizepssehnen- und AC-Gelenkspathologien. (151). Auch Lambers et al. beschreiben in ihrem systematischen

Review einen moderaten Einfluss der oben genannten Operationen auf die Rerupturrate (174).

1.4.3 Weitere Risikofaktoren

Weitere negativ prädiktive Faktoren werden noch erforscht, bisher scheinen Matrix Metalloproteinasen 1 und 9 einen negativen Einfluss auf die Struktur der Kollagenfasern zu haben (175). Diese bauen besonders Kollagen I und III ab, welches für den Aufbau und das Remodelling der Sehne wichtig ist. Im Rattenmodell konnte sogar durch Hemmung der Metalloproteinasen durch Doxycyclin eine verbesserte Struktur der Kollagenfasern sowie vermehrter Faserknorpel gefunden werden. Allerdings ist fraglich ob dies auch zu einer verbesserten Einheilung führt, da in diesem Modell die Rerupturraten für die mit Doxycyclin behandelten Ratten signifikant erhöht war (176).

Rauchen, eine traumatische Genese der Ruptur und das Geschlecht scheinen keinen Einfluss auf die Heilung der Rotatorenmanschette zu haben (167). Männliche Probanden hatten bei Geyer et al. zwar ein besseres funktionelles Outcome bezüglich (bzgl.) der Kraft als Frauen (140), aber bei Robinson et al. sogar eine erhöhte Rerupturrate sechs Monate postoperativ ($p < 0,007$) (141). In vielen weiteren Studien zeigte sich jedoch kein signifikanter Einfluss des Geschlechts auf die Integrität oder Funktion (152).

1.5 Risiken einer postoperativen Arthrofibrose

Wie bereits in Kapitel 1.3.2. beschrieben, gibt es verschiedenste Definitionen von postoperativer Arthrofibrose (121). Trotz divergierender Definitionen werden in der Literatur einige potenzielle Risikofaktoren diskutiert.

1.5.1 Präoperative Risikofaktoren

Studien zur Evaluierung der präoperativen Schultersteife als Risikofaktor für eine postoperative Schultersteife fanden präoperative Einschränkungen in unterschiedliche

Bewegungsrichtungen als negativ prädiktive Faktoren (Flexion und Abduktion (177), Innenrotation (Hand hinter den Rücken) und Elevationskraft (178), aktive Flexion, aktive Außenrotation sowie passive Innenrotation (179), mehr als 70° Bewegungsverlust in allen Richtungen (180)).

Auch Alter könnte bei der Entwicklung einer Arthrofibrose relevant sein. Bei jüngeren Patienten scheint der Heilungsprozess nach einer operativen Refixation schneller abzulaufen als bei älteren Patienten (181). Robinson et al. zeigten bei jüngeren Patienten eine Tendenz zur vermehrten Arthrofibrose, allerdings beruhte diese auf der subjektiven Einschätzung durch den Patienten (141). Im Gegensatz dazu zeigten Vastamäki und Chung et al. eine signifikante Assoziation mit älteren Patienten (122, 177). Trenergy et al. fanden keine Assoziation von postoperativen Schultersteifen und dem Alter der Patienten (178).

Diabetes mellitus zeigt ebenfalls eine Assoziation mit eingeschränkter postoperativer Beweglichkeit. Diese war allerdings nur 3 Monate postoperativ zu beobachten, 12 Monate postoperativ gab es keinen signifikanten Unterschied zur Vergleichsgruppe (179). Insulinpflichtige Typ-I-Diabetiker wiesen jedoch bei Chen et al. nach offener RM-Refixation im Vergleich zu Nicht-Diabetikern eine signifikant verminderte Außenrotation, Innenrotation sowie Elevation im postoperativen Verlauf 6 Wochen und 6 Monate postoperativ auf. Sogar im *Final Follow Up* 34 Monate postoperativ konnte noch eine signifikante Einschränkung der Elevation und der Außenrotation detektiert werden (182). Chung et al. konnten demgegenüber keinen Einfluss von Diabetes auf die postoperative Beweglichkeit zeigen (122).

Geschlecht, präoperative Symptombdauer, Arbeitsunfälle, traumatische Genese der RM-Ruptur sowie subjektive Schulterwahrnehmung hatten keinen oder einen umstrittenen Einfluss auf die Entwicklung einer postoperativen Arthrofibrose 3, 6 und 12 Monate postoperativ (122, 124, 141, 177-179, 183).

1.5.2 Intraoperative Risikofaktoren

Kleine anterior-posteriore Rupturen wiesen bei Robinson et al. in einer großen retrospektiven Studie mit 1600 Patienten eine vermehrte postoperative Arthrofibrose auf (141). Viele Studien bestätigen eine vermehrte Arthrofibrose bei kleiner Rupturgröße in einem großen Patientenkollektiv ($p < 0,001$) (124, 125, 179). Vastamäki

und Chung et al. hingegen beobachteten eine Tendenz zur postoperativen Schultersteife bei größerer Ruptur (Vastamäki $p=0,119$; Chung $p<0,001$) (122, 177). Allerdings zeigte sich diese Korrelation bei Chung et al. nur im finalen *Follow-up* und hatte eine hohe Assoziation zu den Rerupturen (89% der Patienten mit postoperativer Arthrofibrose hatten im finalen *Follow-up* eine Reruptur) (39).

Weiterhin zeigt der Operationszugang 3 Monate postoperativ eine vermehrte Schultersteife bei offener RM-Rekonstruktion (179). MO- und AA-Repair unterschieden sich nicht signifikant (32, 80, 179). Severud et al. zeigten bei einer kleinen Patientengruppe einen Vorteil der AA- gegenüber der MO-Rekonstruktion (14% vs. 0% Arthrofibrose), allerdings war das Patientenkollektiv in der AA-Gruppe deutlich jünger, hatte eine kürzere Symptombdauer und ein kürzeres *Follow-Up* (184).

Eine inkonsistente bzw. unzureichende Datenlage besteht bei vollschichtigen versus (vs.) Partialrupturen sowie begleitenden Pathologien der Bizepssehne (177-179).

1.5.3 Risikofaktor postoperative Nachbehandlung

Lange postoperative Immobilisation zeigt in der unteren Extremität zunehmende Gelenksteifen bzw. frühfunktionelle Einschränkungen (185-187). In der Schulter wird dies zwar gefürchtet und die meisten Autoren propagieren ein frühfunktionelles Nachbehandlungskonzept (29, 132), allerdings mangelt es an guten Vergleichsstudien, besonders in MO-Technik. Der häufig zitierten Arbeit von Bigliani et al., welche vermehrte postoperative Schultersteife bei Revisionen von großen bis massiven RM-Rupturen bei 5 von 31 Patienten durch ein verzögertes Nachbehandlungsverfahren und schlechte Adhärenz zeigt, mangelt es ebenfalls an einer Vergleichsgruppe (188). Koh et al. bestätigt durch eine klinisch prospektive Studie mit einer Ruhigstellung von 4 Wochen versus 8 Wochen postoperativ eine zunehmende Inzidenz der postoperativen Schultersteife bei längerer Ruhigstellung (18% vs. 38%) (7). Parsons et al. konnten jedoch im Gegensatz dazu zeigen, dass es bei einer Immobilisation durch eine Schlinge nicht zu vermehrten Arthrofibrosen kommt und wies sogar eine insignifikante Tendenz zur vermehrten Reruptur bei früher postoperativer Bewegung nach ($p=0,079$) (30). Weitere aktuelle Studien bestätigen, dass eine Ruhigstellung bis zu 6 Wochen postoperativ nicht zu einer adhäsiven

Kapsulitis führen muss (3, 6, 11). Allerdings bestehen in diesem Gebiet immer noch divergierende Meinungen.

Alles in allem scheint der Einfluss von postoperativer Arthrofibrose transient zu sein (178). Viele Studien zeigen, dass eine postoperative Arthrofibrose meist nur vorübergehend ist und die Beweglichkeit nach 6 Monaten oder einem Jahr postoperativ vergleichbar ist mit der zunächst besser beweglichen Vergleichsgruppe (30, 122, 178, 184). In nur 3% der Fälle mit einer Arthrofibrose kommt es zu einem Versagen der konservativen Therapie mit der Indikation zum operativen kapsulären Release (189). Eine Langzeitstudie von Vastamäki et al. fand allerdings, dass trotz grundsätzlich guter Funktion 8,7 Jahre postoperativ bei Patienten mit postoperativer Arthrofibrose im Vergleich zur Gegenseite immer noch eine signifikant schlechtere Außenrotation persistierte (177). Dabei ist zu bedenken, dass eine plötzlich neu auftretende postoperative Bewegungseinschränkung jedoch immer auch ein Hinweis auf eine Reruptur sein kann (122).

1.6 Hypothese

Trotz vieler Studien zur optimalen Behandlung der Rotatorenmanschettenrupturen herrschen nach wie vor divergierende Haltungen in Bezug auf die Nachbehandlung nach operativer Rotatorenmanschettenrefixation. Befürworter einer progressiven Therapie propagieren den kurzfristigen Erfolg und die schnellere Regeneration der passiven Beweglichkeit 3 Monate postoperativ (106). Die konservative Therapie ohne direkte postoperative Mobilisation zeigt demgegenüber jedoch in Studien tendenziell weniger Rerupturen. Konkret zeigte sich bei Cuff et al. eine Rerupturrate von 23% bei progressivem und 9% bei konservativem Nachbehandlungsmodell ($p=0,106$) (53). Die klinisch funktionellen Ergebnisse sowie die Patientenzufriedenheit unterschieden sich nicht signifikant in den beiden Gruppen (53). Aufgrund der Befürchtung vieler Chirurgen, es könne sich bei konservativer Nachbehandlung vermehrt eine postoperative Schultersteife entwickeln, wird dieses Verfahren jedoch eher wenig angewandt (29, 106). Trotzdem wiesen Parsons et al. sogar eine Tendenz zur besseren strukturellen Einheilung ein Jahr postoperativ bei Patienten nach, welche sechs Wochen postoperativ zunächst stärker bewegungseingeschränkt waren mit 70% intakter RM versus 36% ($p=0,079$) (11, 30).

Weiterhin fällt eine Beurteilung über die optimale postoperative Nachbehandlung schwer, da multiple Reviews, Meta-Analysen (135, 137, 139, 190-195), sowie Reviews über Meta-Analysen (134, 196, 197) zur Nachbehandlung nach RM-Refixation unterschiedliche Schwerpunkte setzen und sich teilweise nur in wenigen eingeschlossenen Studien unterscheiden. Je nach Auswahl der Studien und Metaanalysen ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse. Dabei ist zunächst die Schwierigkeit der Studienausswahl zu sehen. Es existieren einige retrospektive Studien (139), zum Zeitpunkt der Recherche (10/2017) allerdings nur 11 randomisierte kontrollierte Studien (197). Weiterhin gibt es die Schwierigkeit bei der Heterogenität der Definition von konservativer und progressiver Nachbehandlung (134, 196, 197).

Die vergleichenden Arbeiten mit verschiedenen Nachbehandlungsprotokollen sind jedoch meist mithilfe der arthroskopischen Technik (AA) operiert worden (2, 3, 5-7, 9-12, 198). Da auch weiterhin RM-Rupturen mittels MO-Technik versorgt werden, ist hier noch Bedarf einer vergleichenden Studie zum Nachbehandlungsprotokoll (80). Besonders im Bereich der großen RM-Rupturen zeigt die MO-Technik in einigen Studien sogar einen Vorteil in der strukturellen Heilung 1 Jahr postoperativ und könnte somit ebenfalls von einem konservativen Nachbehandlungsprotokoll profitieren (76, 77, 196, 199).

In der dazu bisher veröffentlichten MO-Studie von Sheps et al. wurde die Nachbehandlung nicht standardisiert von Physiotherapeuten durchgeführt, sondern die Patienten wurden angewiesen, Bewegungsübungen zu Hause weiterzuführen (konservative Gruppe) bzw. aktive Tätigkeiten im Alltag nach eigenem Ermessen durchzuführen (progressive Gruppe) (1). Diese multizentrische Studie an 189 Patienten zeigte 6 Wochen postoperativ eine vermehrte Beweglichkeit in Abduktion und Flexion der progressiven Nachbehandlungsgruppe, 24 Monate postoperativ war jedoch kein signifikanter Unterschied in der Schulterfunktion detektierbar. Leider erhob die Studie nicht die strukturelle Integrität im Verlauf und Komplikationen wie postoperative Schultersteife wurden zwar erwähnt, jedoch nicht gruppenspezifisch dargestellt (1).

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Nichtunterlegenheit des konservativen Nachbehandlungsmodells gegenüber dem progressiven Nachbehandlungsmodell zu zeigen. Dafür wurden die Patienten direkt nach der operativen Versorgung der RM-Ruptur in MO-Technik prospektiv randomisiert und einem der beiden Nachbehandlungsverfahren zugeteilt. Im Verlauf wurden dann Beweglichkeit, Kraft, funktionelle Scores, Patientenzufriedenheit, Adhärenz sowie die Rerupturrate mittels Schultersonographie bis 12 Monate postoperativ erfasst. Weiterhin wurden verschiedene klinische Parameter und Risikofaktoren (Alter, Geschlecht, BMI, etc.) erhoben und ausgewertet.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine Auswertung und Zusammenfassung der Verlaufsergebnisse bis 6 Monate postoperativ.

2 Methoden

2.1 Studiendesign

Diese Studie wurde als monozentrische prospektiv-randomisierte kontrollierte Interventionsstudie mit 2 unabhängigen Therapiearmen durchgeführt. Vor Beginn der Studie wurde das positive Votum (Nr. 109/14 vom 20.5.2014) der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Julius-Maximilians-Universität Würzburg eingeholt.

2.2 Studienablauf

Die Rekrutierung der Patienten* erfolgte anhand der präoperativen Bildgebung mittels MRT sowie des klinischen Befundes. Volljährige Patienten mit einer Indikation zur operativen Versorgung von vollschichtigen Rotatorenmanschettenrupturen wurden gescreent und bzgl. ihrer Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie befragt.

Im Informations- und Einwilligungsgespräch wurde der Patient über die Art der Studie, den Umgang mit Patientendaten (Pseudonymisierung), die Randomisierung, die Freiwilligkeit der Teilnahme sowie über mögliche Konsequenzen der unterschiedlichen Nachbehandlungsverfahren aufgeklärt. Bestätigte der Patient seine Zustimmung zur Studienteilnahme durch Unterzeichnung der Einwilligungserklärung wurde er in die Studie aufgenommen und ihm wurde eine fortlaufende Identifikationsnummer zugeordnet. Nach erfolgreicher transossärer RM-Rekonstruktion mittels Mason-Allen-Naht in MO-Technik wurden die Patienten entweder in ein gängiges progressives oder konservatives Nachbehandlungsmodell ohne passive Mobilisierung in den ersten 6 Wochen randomisiert. Die Erläuterung der Nachbehandlung sowie die Aushändigung des entsprechenden Nachbehandlungsprotokolls wurde durch die Physiotherapeuten der behandelnden Klinik durchgeführt. Die Patienten wurden im Studienzeitraum von Oktober 2014 bis einschließlich Januar 2017 über 6 Monate postoperativ beobachtet. In den telefonischen sowie Präsenz-Visiten wurde die Adhärenz, Patientenzufriedenheit, Kraft, Beweglichkeit, klinische Scores sowie die strukturelle Integrität der Rotatorenmanschette im Ultraschall dokumentiert.

* "Patient" bezeichnet in dieser Studie, wenn nicht näher beschrieben, sowohl männliche als auch weibliche Patienten

2.2.1 Einschlusskriterien

- vollschichtige Rotatorenmanschettenruptur
- ≥ 18 Jahre

2.2.2 Ausschlusskriterien

- Inoperabilität
- Revision/Reruptur
- Glenohumerale Arthrose (3°/4° Knorpelschaden glenoidal oder humeral)
- Präoperative Schultersteife
- massive Ruptur $> 5\text{cm}$ (Typ IV nach Bateman)
- Weite Retraktion der Sehne Grad III nach Patte
- massive Verfettung und Atrophie (Thomazeau III, Goutallier III & IV)

Weiterhin erfolgte ein Ausschluss von Patienten, die in Abhängigkeit zu den beteiligten Studienärzten stehen sowie von Familienmitgliedern ersten Grades der an der Studie beteiligten Personen.

2.2.3 Studienabbruch

Den Teilnehmern der Studie war es jederzeit möglich, die Teilnahme an der Studie ohne Angabe von Gründen zu beenden ohne dass Ihnen dadurch Nachteile entstanden. Eine vorzeitige Beendigung der Studienteilnahme war außerdem in folgenden Fällen vorgesehen:

- Rücknahme der Einwilligungserklärung durch den Patienten
- Neuauftreten einer Schwangerschaft
- Entscheidung des Prüfarztes, dass eine weitere Teilnahme für den Patienten nachteilig sein könnte oder er dadurch Schaden erleiden könnte

2.2.4 Operationsverfahren

Die Patienten wurden bei passenden Einschlusskriterien zunächst in die Studie aufgenommen. Bei abweichenden Pathologien, die erst intraoperativ gesichtet wurden, erfolgte eine Reevaluation anhand der Auswahlkriterien. Erfüllten die Patienten weiterhin keine Ausschlusskriterien, erfolgte die RM-Rekonstruktion protokollgemäß in *Mini-Open* Technik mittels transossärer Sehnennaht in modifizierter Mason-Allen-Technik (83). Nach einer diagnostischen Arthroskopie zur Evaluation weiterer Pathologien wurde bei Vorlage einer Begleitpathologie der Bizepssehne eine Bizepsstenodese durchgeführt. Bei Patienten mit vorher gerissener Bizepssehne wurde ebenfalls eine Tenodese durchgeführt, sofern dies technisch noch möglich war. Eine subakromiale Dekompression wurde bei allen Patienten veranlasst. Eine laterale Klavikularesektion von 5-10mm wurde nur bei Vorlage einer klinisch relevanten ACG-Arthrose vorgenommen. Auf die Einlage einer Redon-Drainage wurde bei Bluttrockenheit regelmäßig verzichtet.

2.2.5 Randomisierung

Unmittelbar nach der Operation wurden die Patienten im Verhältnis 1:1 mittels Blockrandomisierung einem der beiden Nachbehandlungsverfahren zugeteilt (siehe Tabelle 2.1). Die physiotherapeutische Nachbehandlung wurde dementsprechend angeordnet und dem Patienten wurde ein Plan über den Ablauf seiner Nachbehandlung ausgehändigt. Der Untersucher bekam keine Information über die Randomisierung.

Tabelle 2.1 Übersicht über die Nachbehandlungsprotokolle

	Nachbehandlungsschema 1 (progressiv)	Nachbehandlungsschema 2 (konservativ)
1. – 6. Woche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kontinuierliches Tragen des Gilchristverbandes ▪ Passive Mobilisation unter manuellem Zug bis zur Schmerzgrenze in alle Richtungen außer Adduktion (3x/Woche) ▪ Pendelübungen (3x/Tag je 5min) ▪ Aktive Ellenbogen und Handübungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kontinuierliches Tragen des Gilchristverbandes ▪ Pendelübungen (3x/Tag je 5min) ▪ Aktive Ellenbogen und Handübungen
7. – 8. Woche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ablegen des Gilchristverbandes ▪ aktiv assistierte Übungen (3x/Woche) ▪ Passive Bewegungen auch in Adduktion 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ablegen des Gilchristverbandes ▪ Passive Mobilisation (3x/Tag) <ul style="list-style-type: none"> - Flexion $\leq 120^\circ$ - ARO $\leq 30^\circ$
8. Woche	Siehe 7.-8. Woche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Passive Mobilisation (3x/Tag) bis zur Schmerzgrenze ▪ aktiv assistierte Mobilisation (3x/Tag)
9. – 10. Woche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensivierend aktiv, auch gegen Widerstand 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktiv assistierte Mobilisation
10. – 12. Woche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kraftaufbau (Gewichte ≤ 10 kg) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aktive Mobilisation bis zur Schmerzgrenze
≥ 12 . Woche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kraftaufbau (Gewichte ≤ 20kg) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kraftaufbau (Gewichte ≤ 20kg)
≥ 6 . Monat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kraftaufbau (Gewichte > 20kg) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kraftaufbau (Gewichte > 20kg)

2.2.6 Endpunkte

Primäre Endpunkte

- Inzidenz von RM-Rerupturen in der Sonographie 6 Monate nach operativer Rotatorenmanschettenrekonstruktion.
- Inzidenz eine Schultersteife im postoperativen Verlauf sowie funktionelles Ergebnis 6 Wochen sowie 6 Monate postoperativ anhand der Beweglichkeit gemessen mit der Neutral-Null-Methode

Sekundäre Endpunkte

- Funktionelles und patientenorientiertes *Outcome* 6 Monate postoperativ anhand des NRS-, Constant-, ASES-, DASH-, SF-36- und NHP-Scores
- Beschwerdesymptomatik, Schmerzen, Patientenzufriedenheit, Adhärenz und Bedarf an Physiotherapieeinheiten 6 Wochen sowie 6 Monate postoperativ
- Kraftentwicklung der Schulter 6 Monate postoperativ im Vergleich zur präoperativen Kraftentfaltung
- Korrelation der Ergebnisse der Reruptur-Diagnostik im Ultraschall mit klinischer Untersuchung und Patientenzufriedenheit

2.3 Messmethoden

Zur Erfassung der primären und sekundären Endpunkte wurden folgende Parameter und klinische Scores erhoben:

- Klinische Scores (*Numeric Rating Scale*; Constant-Score; DASH-Score; ASES-Score)
- Gesundheitsfragebogen (SF-36-Score; NHP-Score)
- Klinische Untersuchung mit Erhebung von aktiver und passiver Beweglichkeit
- Kraftevaluation mittels ISOBEX
- Abfrage Patientenzufriedenheit, Adhärenz & postoperativer Verlauf
- Labor
- Sonographie zur Evaluation einer Reruptur

2.3.1 Anamnese und Vorgeschichte

Die medizinische Vorgeschichte erfasste sowohl Voroperationen, Wundheilungsstörungen, Versteifungen der Schulter oder anderer Gelenke in der Vorgeschichte als auch chronische Erkrankungen wie z.B. Osteoporose, Hypertonie oder Diabetes mellitus. Die zum Zeitpunkt der Operation aktuelle Medikation wurde dokumentiert. Die Dauer der Schulterbeschwerden sowie ein Trauma im Sinne eines Sturzes auf die betroffene Schulter wurden ebenso erfragt.

Eine Raucher- und Gewichtsanamnese sowie eine Quantifizierung des durchschnittlichen Alkoholkonsums wurden durchgeführt.

2.3.2 Scores

2.3.2.1 Numeric Rating Scale (NRS)

Die *Numeric Rating Scale* (NRS) wurde erstmals 1978 von Downie et al. beschrieben und misst die Schmerzintensität auf einer numerischen unidimensionalen Skala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (maximal vorstellbarer Schmerz) (200). In dieser Studie wurde dem Patienten eine horizontale Tabelle mit 10 gleich großen Kästchen mit einer Beschriftung von 0-10 präsentiert, in welche die Patienten bei der passenden Schmerzstärke ein Kreuz setzen konnten.

Der NRS hat vergleichbare Sensitivität und eine hohe Korrelation zu der ebenfalls häufig genutzten Visuellen Analogskala (VAS) (201). Bei der VAS wird eine hohe Fehlerrate und eine Varianz von bis zu 20% beschrieben (201, 202). Der NRS weist im Gegensatz zum VAS eine einfachere Handhabung und eine leichtere Verständlichkeit für den Patienten auf und wird daher in der klinischen Praxis oft verwendet (203, 204). Die Test-Retest-Reliabilität beträgt je nach Studie zwischen 0,63-0,96 (205, 206). Eine Änderung des Scores ab 2 Punkten zeigt einen signifikanten klinischen Unterschied (206).

2.3.2.2 Constant Score

Der Constant-Murley-Score ist ein 100-Punkte Score zur Evaluation der gesamten Schulterfunktion und wurde zuerst 1987 beschrieben (207). Durch seine Einfachheit sowie aufgrund seiner guten Inter- und Intrarater-Reliabilität wird der Test seitdem international genutzt um Studien überregional miteinander vergleichen zu können (208). 2008 wurde der Schmerzscore sowie die Richtlinien zur Kraftmessung von Constant, C.R. aktualisiert (209). Aktuell umfasst der Test eine subjektive (35%) und eine objektive (65%) Evaluation der Schulterfunktion.

Die subjektive Erhebung umfasst den stärksten Alltagsschmerz (0-15 Punkte) und die Aktivitäten des alltäglichen Lebens (20 Punkte), welche sich aus der Beeinträchtigung des Schlafes (0-2 Punkte), der Einschränkung der Arbeit und der Freizeit (1-4 Punkte jeweils) sowie der maximalen schmerzfreien Elevationshöhe im Alltag (0-10 Punkte) zusammensetzt.

Die objektive Datenerfassung setzt sich aus der maximalen schmerzfreen aktiven Beweglichkeit in Flexion (10 Punkte), Abduktion (10 Punkte), Außenrotation (10 Punkte) und Innenrotation (10 Punkte) sowie der maximalen Abduktionskraft in 90° Abduktion (0-25 Punkte; 500g = 1 Punkt) zusammen. Während Flexion und Abduktion im Rahmen des Constant-Scores nach Gradeinteilung erhoben werden, umfasst die Außenrotationstestung fünf Positionen des Armes, welche erreicht werden können. Kann eine Bewegung vom Patienten durchgeführt werden, bzw. eine Position gehalten werden, gibt es pro Position 2 Punkte. Bei der Innenrotation wird die Position des Armes hinter dem Rücken von Oberschenkelhöhe bis zwischen den Schulterblättern in Zwischenstufen eingeteilt und klinisch beurteilt.

Wird eine Abduktion von 90° nicht erreicht, so wird laut Constant et al. (2008) die Punktzahl für Abduktionskraft auf 0 festgesetzt. Eine Arbeit von Hirschmann et al. zweifelte diese Vorgehensweise jedoch an, da dies möglicherweise zu einer Unterschätzung der Kraft führen könnte. Sie entwickelten in einer Studie an 33 gesunden Probanden einen Korrelationskoeffizienten, mit dem eine Abduktionskraft mit einem Winkel von 60° in 90° umgerechnet werden kann (Faktor = 0,854) (210). Allerdings bedarf es hier zur Bestätigung noch weiterer klinischer Studien sodass in dieser Studie die Abduktionskraft bei Nicht-Erreichen des 90°-Winkels ebenfalls 0 Punkte erzielte. Die genaue Erhebung der Abduktionskraft wird unter „Isometrische Kraftmessung“ beschrieben.

2.3.2.3 DASH-Score

Der DASH-Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) beinhaltet 30 Fragen zur Selbstevaluation der Funktion des Armes. Auch wenn der Score nicht Gelenks- sondern Regionspezifisch ist, wird dieser Score aufgrund seiner Einfachheit, guten klinischen Durchführbarkeit und guter Sensitivität multipler Erkrankungen bei vielen klinischen Studien verwendet und bereits in 35 Sprachen veröffentlicht (73, 211-213).

Die Fragen des Scores beinhalten die Funktion (21 Fragen), den Schmerz (5 Fragen) sowie die emotionale/soziale Beeinträchtigung (4 Fragen) innerhalb der letzten Woche (212). Falls eine Aktivität nicht in der letzten Woche durchgeführt wurde, soll der Patient eine Schätzung abgeben. Dabei kann der Patient seine Einschränkungen bei jeder Frage auf einer Skala von 1 bis 5 angeben (214). Aus den beantworteten Fragen,

bei denen nicht mehr als 10% fehlen dürfen, kann der DASH-Score genormt (0-100) mittels folgender Formel errechnet werden:

$$\frac{((\text{Punktesumme der beantworteten Fragen}) / (\text{Anzahl der beantworteten Fragen})) - 1}{25} \times 25$$

Die Test-Retest-Reliabilität liegt zwischen 0,90-0,98, der Standard-Messfehler ist mit durchschnittlich 4,5 Punkten gering. Der minimale detektierbare Unterschied liegt zwischen 7,9-14,8 Punkten mit einem 95% Konfidenzintervall (CI) (212, 213). Dieser Studie wurde der deutschsprachig evaluierte DASH-Score nach Germann et al. zugrunde gelegt (215).

2.3.2.4 ASES-Score

Der ASES-Score ist ein in der Literatur häufig angewandter Test, der erstmals 1994 von einem Komitee der „American Shoulder and Elbow Surgeons“ veröffentlicht wurde (216). Die Originalpublikation diente als Grundlage zur Auswertung dieser Studie (216). Der ASES-Score beinhaltet eine Patientenevaluation (pASES) sowie eine klinische Untersuchung (cASES) der Schulterfunktion und weist eine hohe Assoziation zu DASH- und Constant-Score auf ($r \geq 0,7$) (212, 213).

Nach der Angabe von demographischen Informationen, erfolgt eine Patienteneinschätzung des Schmerzes, der Instabilität sowie von Aktivitäten des Alltags (ADL) innerhalb der letzten Woche. Die Aktivitäten des Alltags bestehen aus 10 Fragen, bei welchen die Einschränkung der jeweiligen Aktivität auf einer Skala von 0-3 evaluiert werden kann. Die Auswertung der Patientenevaluation erfolgt mittels der Formel:

$$[(10 - (\text{angegebener Schmerz zwischen 0-10})) \times 5] + [(5/3) \times \text{kumulierter ADL}]$$

Die Test-Retest-Reliabilität liegt bei 0,91, der Standard-Messfehler bei 6,7 Punkten und der minimal detektierbare Unterschied bei 9,4 Punkten (90% CI) (212, 217).

Die klinische Untersuchung besteht aus der Dokumentation der aktiven und passiven Beweglichkeit, klinischer Zeichen, der sechsstufigen Kräfteinteilung nach MRC sowie einer Instabilitätstestung. Da bei den hier untersuchten Patienten die Instabilität nicht

im Vordergrund der Pathologie stand und nicht relevant für die Auswertung des klinisch erhobenen ASES ist, wurde sie in dieser Studie nicht durchgeführt.

2.3.2.5 Short Form 36 Health Survey (SF-36)

Der SF-36 ist ein validierter *Score* zur krankheitsübergreifenden Evaluation der Patientenzufriedenheit und allgemeinen Gesundheit und wurde das erste Mal standardisiert 1990 von Ware et al. beschrieben. Er ist eine verkürzte Version eines von der „Medical Outcome Study“ entwickelten *Score*, welcher ursprünglich 149 Fragen in 40 Subskalen umfasste (214, 218). Seitdem wurde er mehrfach neu überarbeitet und in viele Sprachen übersetzt (219, 220). Die deutsche Übersetzung des SF-36 erfolgte durch Bullinger et al. 1995 und wurde im Rahmen des Bundesgesundheits-Surveys 1998 an 6964 Personen normiert (221, 222).

Der Test besteht aus 36 Fragen, welche in acht Subskalen ein umfassendes Bild der Gesundheitssituation des Patienten abfragen. Die Fragen beinhalten sowohl die körperliche (physical component summary) als auch die mentale Gesundheit (mental component summary) (218).

Die körperliche Gesundheit lässt sich in Allgemeine Gesundheit (general health), Schmerz (bodily pain), Körperliche Funktion (physical functioning), und Verhaltensmuster/Rollenverhalten aufgrund einer körperlichen Störung (role physical) zusammenfassen.

Die mentale Gesundheit beinhaltet Soziale Funktion (social functioning), Emotionale Funktion (mental health), Vitalität (vitality) und Verhaltensmuster/Rollenverhalten (role emotional) aufgrund von seelischen Einschränkungen.

Die einzelnen Subskalen werden von 0 bis 100 bewertet. Null gibt das schlechteste, 100 das beste Ergebnis an. In der klinischen Praxis sowie in der Forschung wird der Test häufig verwendet und wurde in vielen Studien auf Validität und Reliabilität geprüft (218, 223). Dabei wurde besonders bei den *Subscores* „Allgemeine Gesundheit“ sowie „Rollenverhalten wegen körperlicher Funktionsbeeinträchtigungen“ eine Altersdiskrepanz festgestellt (222).

2.3.2.6 Nottingham Health Profile (NHP-Score)

Der NHP-Score wurde in den späten 1970ern am Department of Community Health an der Universität Nottingham entwickelt (224) um einen Gesamteindruck der allgemeinen physischen, emotionalen und sozialen Gesundheit zu erfassen (Part 1) sowie Einflüsse von Erkrankungen auf den Alltag der Patienten zu beurteilen (Part 2) (225, 226). Dabei ist der zweite Teil fakultativ und wurde in dieser Studie aufgrund des Umfangs nicht mit erhoben. Teil 1 setzt sich aus 6 *Subscores* mit insgesamt 38 Fragen zusammen in welchen das Energielevel (3 Fragen), Schmerz (8 Fragen), emotionale Reaktion (9 Fragen), Schlaf (5 Fragen), soziale Isolation (5 Fragen) sowie physische Fähigkeiten (8 Fragen) abgefragt werden (227). Die Patienten werden gefragt, ob ein bestimmter Zustand aktuell auf sie zutrifft. Die Antwortmöglichkeiten sind „ja“ oder „nein“. Die Auswertung erfolgt nur innerhalb des *Subscores* mit 0 als bestem und 100 als schlechtestem Gesundheitsstatus (227, 228).

Dieser Test wurde von unterschiedlichen Studien auf Reliabilität und Validität geprüft (228) und wird besonders in der Rheumatologie (229) aber auch in der Orthopädie z.B. nach Totalendoprothesen am Knie durchgeführt (230). Die Übersetzung ins Deutsche erfolgte 1997 durch Kohlmann et al. (231).

2.3.3 Patientenzufriedenheit, Adhärenz & postoperativer Verlauf

2.3.3.1 Patientenzufriedenheit

Zusätzlich zu den oben genannten Scores wurden die Patienten präoperativ, 3 Wochen postoperativ sowie 6 Monate postoperativ gefragt, wie sie mit der Schulter im Alltag zurechtkommen und wie sehr die betroffene Schulter ihre Lebensqualität beeinflusst. Der Patient konnte die Fragen beantworten mit „stimme zu“, „stimme eher zu“, „stimme eher nicht zu“ und „stimme nicht zu“ (Rating 1-4).

Die Patientenzufriedenheit mit dem Ergebnis im Vergleich zu dem Zustand vor der Operation wurde ebenfalls 3 Wochen und 6 Monate postoperativ erfragt. Zusätzlich wurde erhoben, ob der Patient das Gefühl habe gut betreut zu werden (*Rating* 1-4). 6 Monate postoperativ wurde evaluiert, wie belastend der Patient die postoperative Zeit empfunden hat. Dabei wurde unterteilt in die ersten 2 Monate nach der OP und die Zeit danach. Dies sollte zeigen, ob Patienten mit totaler Ruhigstellung der Schulter die

postoperative Zeit als belastender empfinden als die frühfunktionelle Vergleichsgruppe.

In Fragen zur Haltung gegenüber der physiotherapeutischen Nachbehandlung wurde 3 Wochen sowie 6 Monate postoperativ erhoben, ob sich der Patient von der Krankengymnastik überfordert fühle und ob er das Gefühl habe zu viel oder zu wenig Krankengymnastik zu bekommen (Rating 1-4). Sechs Monate postoperativ wurde zusätzlich die Dauer der Physiotherapie sowie die Anzahl der bereits genutzten Physiotherapie-Rezepte erfragt.

2.3.3.2 Adhärenz

Die Adhärenz des Patienten wurde anhand mehrerer Fragen erfasst. Dabei wurde die Adhärenz zur Physiotherapie erfragt sowie die Ausführung von Eigenübungen. Das Tragen des Gilchrist-Verbandes wurde durch eine quantitative Erhebung der Stunden pro Tag sowie eine Angabe ob die Schlinge auch nachts getragen werde evaluiert. Offene Fragen zu Problemen mit der Schlinge und des Nachbehandlungsverfahren sollten mögliche Gründe von non-Adhärenz aufdecken.

2.3.3.3 postoperativer Verlauf

Drei Wochen postoperativ wurde erfasst wie lange Schmerzmedikamente regelmäßig eingenommen wurden.

Die subjektive Erfragung, seit wann der Patient auf dem aktuellen Funktionsniveau sei, sollte erfassen bis wann sich die subjektiv wahrgenommene Funktion der Schulter verbessere.

2.3.4 Klinik

2.3.4.1 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung beinhaltete eine Messung der aktiven und passiven Beweglichkeit der Schulter mithilfe eines Goniometers in der Neutral-Null-Methode. Eine gründliche Inspektion auf Deformitäten, Atrophien oder Pathologien der Narbe wurden ebenfalls durchgeführt. Ein Druckschmerz über dem M. supraspinatus, dem AC-Gelenk und der Bizepssehne im Sulcus intertubercularis wurde anhand der

Schwere des Schmerzes in 4 Kategorien eingeteilt (0 = kein Schmerz, 1 = leichter Schmerz, 2 = moderater Schmerz und 3 = schwerer Schmerz). Weiterhin wurde erfragt, ob in einer weiteren Region Schmerzen bestehen. Die beschriebene Region wurde dokumentiert und ebenfalls anhand der o.g. Schmerzskala eingeteilt. Ein Impingement-Test nach Neer- und Hawkins wurde durchgeführt und als positiv (1) oder negativ (0) bewertet.

2.3.4.2 Isometrische Kraftmessung

Die Kraft wurde mithilfe des Isobex 2.0 Kraftgeräts (Cursor AG, Bern, Schweiz) in alle Bewegungsrichtungen durchgeführt. Für isometrische Kraftuntersuchungen liefert das Isobex gute Ergebnisse in der klinischen Praxis (232, 233).

Für die Art der Messung (Konzentrisch oder Isometrisch), den Positionen zur Erhebung der Kraft (Rückenlage, Sitzen, Stehen) sowie den optimalen Startpositionen des Armes gibt es in der Literatur jedoch bisher keine einheitliche Empfehlung (232, 234, 235).

Eine verlässliche Reproduzierbarkeit konnte durch eine gute Intrarater Reliabilität von 0.95-0.98 und Interrater Reliabilität von 0,90-0,97 bei der Abduktion in Skapularebene sowie der Außenrotation und Innenrotation in Neutral-Null gezeigt werden (232, 236).

Die optimale Erhebung der Abduktionskraft für den Constant-Score wurde von vielen Studien untersucht. Da die maximale Abduktionskraft des M. supraspinatus in 90° Abduktion erfolgt, wird die Messung heute standardisiert bei proniertem Arm in 90° Abduktion in Skapular-Ebene durchgeführt (siehe Abbildung 2.1) (209, 237).



Abbildung 2.1 Kraftmessung der Abduktion mittels Isobex 2.0

Die Rotation wurde mit 90° flektiertem Ellenbogen in Neutral-Null-Stellung durchgeführt. Kelly et al. zeigten in ihrer Evaluation der Kraftentwicklung der Rotatorenmanschette mittels EMG gute Ergebnisse für die Außenrotation in dieser Position zur Detektion der Muskelkraft des M.infraspinatus (236). Auch wenn die Innenrotation in Neutral-Nullmethode durch die gleichzeitige Anspannung des M. pectoralis major beeinflusst wird, ist die Anspannung des M. latissimus dorsi im Vergleich zu anderen Untersuchungspositionen gering. Da

die spezifischste Untersuchung des M. subscapularis (Lift-off-Test) aus technischen Gründen nicht durchgeführt werden konnte, wurde die Innenrotation auch aufgrund der hohen Intrarater-Reliabilität ebenfalls in Neutral-Null-Methode durchgeführt (236). Die Flexion und Extension wurden mit gestrecktem Ellenbogen in Neutral-Null-Stellung gemessen. Die Adduktion erfolgte in einer Flexion von 45°.

Jede Messung wurde nach Constant et al. 5 Sekunden lang durchgeführt (209). Pro Patient und Visite wurde die Messung mindestens zwei Mal wiederholt mit einem Mindestabstand zwischen den Messungen von 1 Minute. Constant et al. empfehlen zwar in ihrem Review, dass die Kraftwerte dreimalig gemessen werden sollten, allerdings geschieht dies nur um zu hohe Werte zu eliminieren. Der Mittelwert wird hier aus den zwei niedrigeren Werten gebildet (209). In dieser Studie wurde nur bei einer Abweichung zwischen erstem und zweitem Wert über 20% ein dritter Wert erhoben um Ausreißer zu identifizieren. Erfolgte eine dritte Messung wurden die zwei Messungen zur Bewertung herangezogen, welche den geringsten Abstand zueinander aufwiesen um Ausreißer zu eliminieren. War der Abstand zwischen den drei Werten gleich, so wurden die zwei höheren Kraftmessungen ausgewertet.

2.3.5 Labor

Ein Routine-Labor wurde präoperativ durchgeführt. Dieses beinhaltete die Bestimmung folgender Parameter: Kleines Blutbild (Hämoglobin, Hämatokrit, Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten), Gerinnungsanalyse (INR, PTT), Elektrolyte (Natrium, Kalium, Kalzium, Phosphat), Kreatinin, Harnstoff, Bilirubin, ALT, AST, Alkalische Phosphatase, Laktatdehydrogenase), die Entzündungsparameter C-reaktives Protein (CRP) die Blutsenkungsgeschwindigkeit sowie Harnsäure.

Zusätzlich erfolgte im erweiterten Labor eine Analyse auf das Oberflächenmerkmal HLA-B27 und auf Anti-CCP-Antikörper. Zur Messung des Zuckerstoffwechsels wurde der HbA1c präoperativ quantifiziert. Zwei Tage postoperativ wurde ein Verlaufs-CRP gemessen.

2.3.6 Sonographie zur Evaluation einer Reruptur

Obwohl das Arthro-MRT für die Primärdiagnostik der RM-Ruptur das Mittel der Wahl darstellt, hat die Sonographie besonders in der postoperativen Verlaufsdiagnostik einige Vorteile. Organisatorische Vorteile betreffen die geringen Kosten sowie die vielseitige, kurzfristige Verfügbarkeit und Einsetzbarkeit. Im Gegensatz zum statischen MRT ist die Ultraschall-Untersuchung eine dynamische Untersuchung und erlaubt zusätzliche Aussagen über die Funktionalität. Weiterhin ist der Ultraschall eine nicht-invasive Untersuchung und weist vergleichbare Sensitivität und Spezifität zum nativen MRT auf (238, 239). Obwohl die Ultraschall-Untersuchung in früheren Studien eine variierende Sensitivität und Spezifität aufwies (50-100%), hat sich dies durch neuere Ultraschallgeräte und standardisierte Untersuchungstechniken deutlich verbessert (240). Aktuelle Studien zeigen eine präoperative Sensitivität von 91-94% für vollschichtige Rupturen und eine Spezifität von 88-94% im Vergleich zum arthroskopischen Befund (238, 241, 242).

Die Detektion von Partialrupturen ist allerdings im Ultraschall erschwert (241). Gormelli et al. beschrieben dort eine Sensitivität von 86% und eine Spezifität von 82% (242). In der Metaanalyse von De Jesus et al. und dem systematischen Review von Roy et al. zeigten sich jedoch trotz niedriger Sensitivität eine hohe Spezifität (238, 243).

Sonographische Verlaufskontrollen nach einer operativen Versorgung von RM-Rupturen zeigen im Vergleich zum Nativ-MRT 80%-89% Sensitivität und 98% Spezifität bezüglich Rerupturen (244, 245). Prickett et al. konnten sogar eine Sensitivität von 91% und eine Spezifität von 86% mit operativer Kontrolle feststellen, allerdings kategorisierten sie die Partialläsionen je nach operativ zu versorgender Relevanz in Reruptur oder intakte Rotatorenmanschette (240). Lee et al. zeigten im Vergleich zum Arthro-MRT eine Sensitivität des Ultraschalls von 79% im postoperativen Verlauf nach RM-Refixation, allerdings kann das Arthro-MRT z.B. durch Leakage am *Footprint* bei nicht wasserdichter Refixation trotz guter Einheilung eine Reruptur fehldiagnostizieren (246). Zusätzlich zu der guten Sensitivität zeigen viele Studien eine gute Interobserver-Reliabilität der Sonographie von 0,92-0,93 (246, 247) vor allem am gut einsehbaren *Footprint* (247).

In dieser Studie erfolgte die Ultraschall-Untersuchung durch ausgebildete Assistenzärzte mittels eines linearen 7-15 MHz Transducers (Standardeinstellung 8,89 MHz) mit dem Gerät Siemens Acuson Antares (USN2583-01).

Die Untersuchung erfolgte im Sitzen. Nach Vorgabe der DEGUM (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) wurde die Bizepssehne bzw. die Bizepsstenodese zunächst im ventralen Transversal- und Longitudinal-Schnitt durchgeführt und der Patient wurde gebeten den Arm locker neben dem Körper hängen zu lassen.

Die Supraspinatus-Sehne wurde ebenfalls in zwei Ebenen beurteilt. Dafür wurde der Patient gebeten den Arm, wenn möglich, hinter den Rücken zu reklinieren. Die Untersuchung erfolgte parallel zum Ligamentum coracoacromiale in der Lateralen Superioren Transversal-Schnittebene sowie in der Lateralen Superioren Longitudinalen Ebene. Dabei wurde der Patient gebeten den Ellenbogen gegen Druck des Untersuchers nach ventral zu drücken. Durch Anspannung der Muskulatur sollen dabei zunächst inapparente Rupturen demaskiert werden.

Der M. subscapularis wurde im ventralen Transversalschnitt sowie dem Lateral Superioren Transversalschnitt beurteilt, wobei der Arm des Patienten in die Außenrotation geführt wurde. Der M. infraspinatus wurde ebenfalls dynamisch von dorsal im Transversalschnitt beurteilt.

2.3.7 Messzeitpunkte

Im Rahmen der Studie wurde an verschiedenen Zeitpunkten im prä- und postoperativen Verlauf Daten erhoben. Die untenstehende Tabelle zeigt eine Übersicht über den Zeitpunkt der erhobenen Parameter. Die Angabe der Tage beziehen sich auf das OP-Datum.

Tabelle 2.2 Übersicht über Messzeitpunkte

Item	Screening/ Baseline	Operation		Telefonvisite		Abschlussvisite
	V 1	V 2	V 2.1	V 3	V 4	V 5
	Präoperativ	Tag 0	Tag 2	Tag 21 ± 7	Tag 42 ± 7	Tag 180 ± 14
Einwilligung	X					
Medizinische Vorgeschichte ²	X					
Routine Labor ³	X		X			
Erweitertes Labor ⁴	X					
Operation		X				
Passive Beweglichkeit	X				X	X
Aktive Beweglichkeit	X					X
Kraftmessung	X					X
NRS-Score	X		X	X	X	X
ASES-Score	X					X
Constant/DASH-Score	X				X	X
NPH/SF-36-Score	X			X		X
Adhärenz ⁶				X	X	X
Adverse Events				X	X (SONO)	X (SONO)

2.4 Statistische Auswertung

2.4.1 Fallzahlberechnung

Diese Studie ist eine Nicht-Unterlegenheits-Studie. Primärer Endpunkt stellt die Rerupturrate 1 Jahr postoperativ dar. Die Rerupturrate wird aufgrund der divergierenden Literatur mit einer hohen Schwankungsbreite zwischen 5-94% (73, 248) hier mit 25% angenommen. Die Nullhypothese besagt, dass eine progressive Nachbehandlung der konservativen im Hinblick auf die Rerupturrate nicht unterlegen ist. Die Nicht-Unterlegenheitsgrenze wird auf 25% festgelegt. Die Nichtunterlegenheit der progressiven Therapie wird dann angenommen, wenn das obere einseitige 95%-Konfidenzintervall der Rerupturrate der progressiven Therapie die Rupturrate der konservativen Therapie nicht mehr als um 25% überschreitet. Die relativ hoch gewählte Nichtunterlegenheitsgrenze begründet sich damit, dass die klinischen

Fallzahlen im vorliegenden Fall naturgemäß begrenzt sind. Um unter diesen naturgegebenen Einschränkungen dennoch eine valide und realistische Fallzahlschätzung vorzunehmen wurde nach eingehenden Diskussionen die Nichtunterlegenheitsgrenze auf 25% festgelegt (6, 11).

Ereignisrate/Reruptur: p_1 (konservative Therapie)

Ereignisrate/Reruptur: p_2 (progressive Therapie)

Hypothese: H_0 : $p_1 - p_2 < -0,25$

H_1 : $p_1 - p_2 \geq -0,25$

Unter der Annahme einer Rerupturrate von 25% bei der konservativen wie auch bei der progressiven Therapie, einem alpha-Niveau von 0,05, einer Power von 0,80 und einer Nichtunterlegenheitsgrenze von 25% ergibt sich ein Stichprobenumfang von $n=37$ Probanden je Therapiegruppe.

Tabelle 2.3 Fallzahlschätzung

	0,20	0,25	0,30
0,20	31	171	62
0,25	19	37	196
0,30	14	21	41
0,35	11	15	24

Sollte die Annahme einer Nichtunterlegenheit der progressiven Therapie in der vorliegenden Studie bestätigt werden, würde ergänzend und in Anlehnung an die bestehenden Richtlinien der EMA auf die Überlegenheit der progressiven Therapie geprüft werden (vergleiche The European Agency for the Evaluation of Medical Products, Points to consider on switching between superiority and non-inferiority, CMP/EWP 482/99) .

Die hier vorgelegte Arbeit stellt eine Zwischenauswertung nach $n=57$ Teilnehmern (77%) dar, welche die 6 Monatsvisite absolviert haben.

2.4.2 Deskriptive Statistik

Zunächst erfolgte die deskriptive Untersuchung der Studienkohorte. Dabei wurden der Mittelwert, die Standardabweichung (SD) als Streumaß sowie das Minimum und Maximum im Sinne der *Range* erhoben. Im Rahmen der Subgruppenanalysen wurde bei Kleingruppen außerdem der Median und die *Interquartile Range* (IQR) dargestellt.

2.4.3 Inferenzstatistik

Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS Version 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

Um einen Zusammenhang zwischen progressivem oder konservativem Nachbehandlungsschema und Reruptur nach 6 Monaten postoperativ zu detektieren, wurde der χ^2 -Test zur Überprüfung eines Zusammenhangs zwischen zwei kategorialen Merkmalsausprägungen durchgeführt.

Weiterhin erfolgte ein t-test für verbundene Stichproben, um zu untersuchen, wie sich beide Nachbehandlungsgruppen im Vergleich von präoperativ zu den verschiedenen Visitenzeitpunkten in Bezug auf Schmerzniveau, Bewegungsausmaß, Kraft und Lebensqualität unterscheiden. Um zwischen den Nachbehandlungsgruppen die jeweiligen Ergebnisse an den Visitenzeitpunkten zu vergleichen wurde der unverbundene t-Test durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Studienpopulationsgröße wurde im Rahmen der Auswertung der Gesamtkohorte von einer Normalverteilung ausgegangen.

Zudem erfolgte eine Subgruppenanalyse, wobei die Ergebnisse zu jeweils einem Visitenzeitpunkt untereinander, sowie im Verlauf bezüglich Geschlecht und Risikogruppe (Alter, Raucheranamnese, Rupturgröße, Retraktionsgrad, BMI, HbA1c, „Überkopfarbeitenden Patienten“ und „Patienten mit körperlicher Aktivität“) verglichen wurden. Hierbei wurden bei kleinen und teils recht inhomogenen Gruppen nicht parametrische Test-Verfahren wie der Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben, der Mann-Whitney-U-Test für zwei Merkmalsausprägungen bei

unabhängigen Stichproben und der Kruskal-Wallis-Test für multiple Merkmalsausprägungen bei unabhängigen Stichproben verwandt.

Eine Signifikanz wurde standardgemäß ab $p \leq 0,050$ angenommen.

3 Ergebnisse

3.1. Studienpopulation

Für diese Studie wurden im Zeitraum von Oktober 2014 bis Februar 2016 in der orthopädischen Klinik König-Ludwig-Haus in Würzburg 121 Patienten rekrutiert und in die Studie eingeschlossen (Abbildung 3.1, Studien-Flowchart). Die Versorgung der RM-Ruptur erfolgte dabei in standardisierter *Mini-Open* Technik mit einer transossären Refixation in modifizierter Mason-Allen-Technik (249, 250).

Gemäß der im Studienprotokoll formulierten Ausschlusskriterien mussten n=38 Patienten aufgrund des intraoperativen Befundes ausgeschlossen werden. Hierbei wurden 20 Patienten aufgrund einer Massenruptur (≥ 2 Sehnen) ausgeschlossen bzw. weil chirurgisch nur noch eine Defektverkleinerung aber keine Rekonstruktion mehr möglich war. Drei Patienten wiesen eine vermehrte Retraktion intraoperativ auf. Vier Patienten zeigten lediglich eine Partiaalläsion der SSP-Sehne, bei 11 Patienten war intraoperativ keine Läsion der SSP-Sehne nachweisbar. Ein Patient wurde aufgrund des intraoperativen Befundes ohne dokumentierten Grund ausgeschlossen. Ein Patient hatte präoperativ eine Arthrofibrose. 14 Patienten hatten zum Zeitpunkt der Auswertung noch keinen OP-Termin vereinbart. Nach dem Ausschluss der o.g. Patienten wurden 67 Patienten nach der Operation in die zwei Nachbehandlungsgruppen randomisiert. Sechs Monate postoperativ konnten 57 Patienten ausgewertet werden. Die *Dropout*-Rate betrug dabei 14,9%. Von den insgesamt 10 Dropouts schieden sechs Patienten bereits innerhalb der ersten sechs Wochen aus (Gründe siehe Abbildung 3.1). Nach der Visite sechs Wochen postoperativ zogen zwei Patienten in der konservativen und zwei in der progressiven Nachbehandlungsgruppe ihre Einwilligung zurück. Ein Patient aus der progressiven Gruppe war nicht bereit, die lange Anfahrt für die 6- und 12-monatige Untersuchung zu unternehmen, unterzog sich jedoch einer telefonischen Befragung 6 und 12 Monate postoperativ sowie einer finalen Sonographie bei seinem lokalen Orthopäden 12 Monate postoperativ mit sehr guten postoperativen Ergebnissen und intakter Manschette. Die zwei Patienten aus der konservativen Gruppe waren unzufrieden mit dem Ergebnis und wollten deshalb nicht weiter an der Studie teilnehmen. Bei einem

dieser Patienten steht zur Beurteilung der Sehnenintegrität 9 Monate postoperativ ein MRT zur Verfügung mit intakter Rotatorenmanschette.

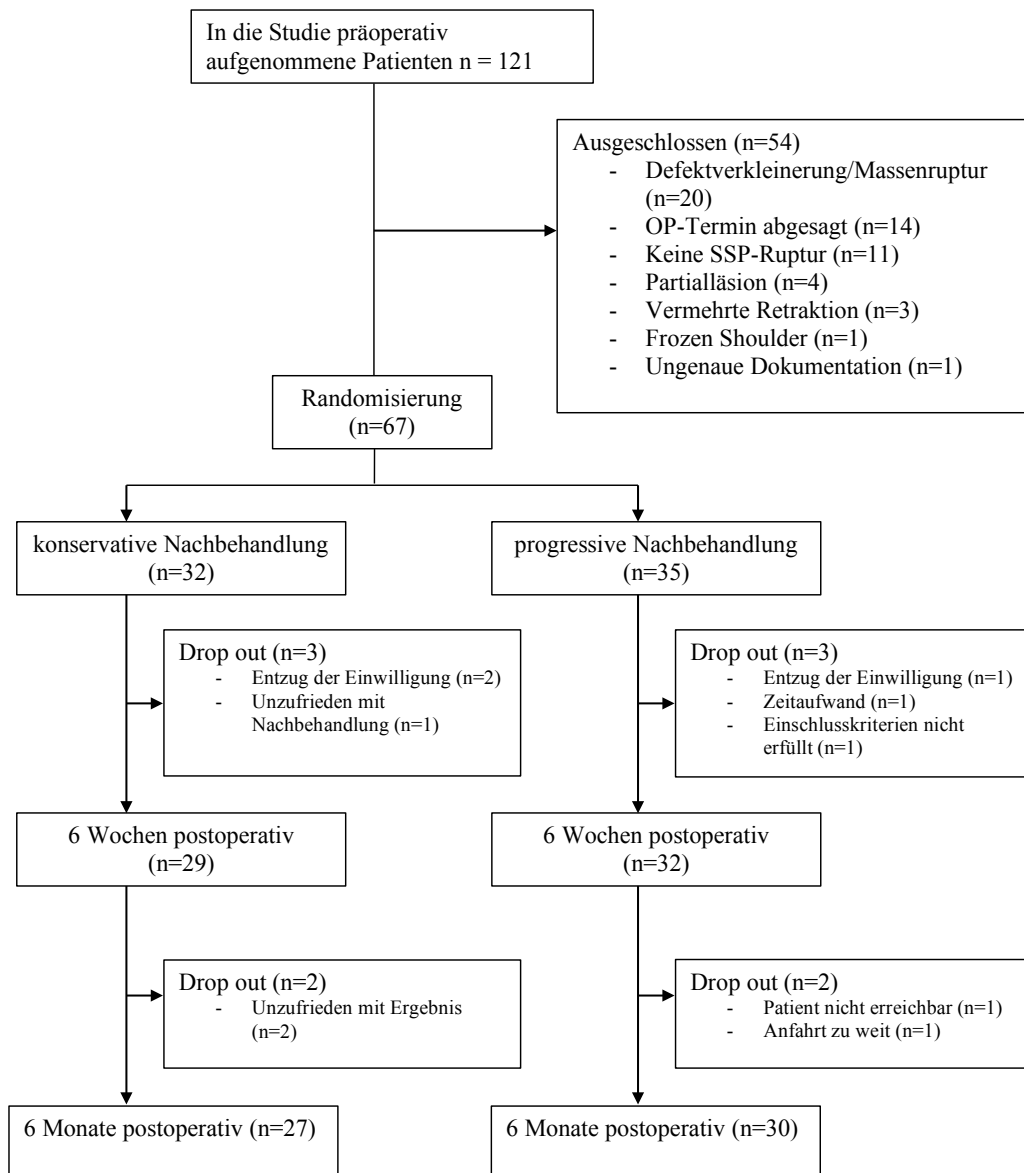


Abbildung 3.1 CONSORT-Schema

3.2 Baseline-Daten

Wie in Tabelle 3.1 im Folgenden dargestellt unterschieden sich die Patienten vor und nach dem Ausscheiden der n=10 *Dropouts* nicht wesentlich in ihrer soziodemographischen *Baseline*. Insgesamt nahmen 46 Männer und 21 Frauen an der Studie teil mit einer Altersspanne von 47 bis 73 Jahren. Abbildung 3.2 zeigt weiterhin eine konstante Altersverteilung nach *Dropout*.

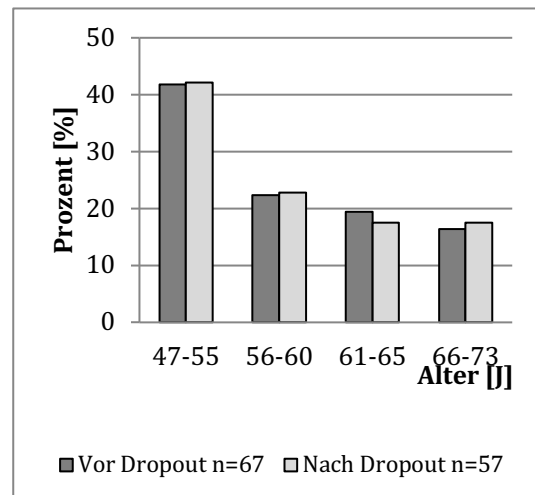


Abbildung 3.2 Altersverteilung

Tabelle 3.1 *Baseline* vor und nach *Dropout*

Baseline-Daten		Vor Dropouts (n=67)		Nach Dropouts (n=57)	
		Mittelwert	Standardabweichung (SD)	Mittelwert	Standardabweichung (SD)
Alter bei OP [Jahre]		58,1	7,1	57,8	7,4
Geschlecht	Männlich	46 (68,7%)		39 (68,4%)	
	Weiblich	21 (31,3%)		18 (31,6%)	
Körpergröße [cm]		173,7	8,7	174,2	8,2
Gewicht [kg]		87,3	17,3	87,6	17,8
BMI [kg/m²]		28,9	5,4	28,8	5,6
Beschwerdedauer vor OP [Mo.]		25,4 (n=66)	61,5	28,5 (n=56)	66,3
Stärkere Beschwerden [Mo.]		11,1 (n=66)	17,1	11,9 (n=56)	18,3

Hinsichtlich der Prävalenz von Risikofaktoren für eine Reruptur in den beiden Gruppen vor und nachdem n=10 Patienten aus der Studie ausgeschieden waren (n=57) ist festzuhalten, dass in der konservativen Gruppe mehr Personen regelmäßigen Alkoholkonsum angaben als in der progressiven Vergleichsgruppe mit 4 versus 0 Patienten welche oft und 17 versus 16 Patienten welche gelegentliche Alkohol trinken ($p=0,048$ im χ^2 -Test). Im Durchschnitt hatten Patienten der konservativen Nachbehandlungsgruppe 33,9 Monate präoperativ Beschwerden in der Schulter im Vergleich zu 23,5 Monate in der progressiven Nachbehandlungsgruppe ($p=0,563$). Weiterhin hatten die Patienten der konservativen Gruppe länger stärkere Beschwerden in der Schulter mit 17,4 Monate versus 6,7 Monate präoperativ ($p=0,038$). Jedoch gab es einen Patienten mit deutlich länger andauernder Beschwerdesymptomatik mit 120 Monaten, welcher den Durchschnitt deutlich

beeinflusst haben könnte. In allen anderen erhobenen Werten unterschieden sich die zwei Nachbehandlungsgruppen präoperativ nicht signifikant (s. Tabelle 3.2).

In der geschlechtsspezifischen Gruppeneinteilung der *Baseline* nach den *Dropouts* (n=57) ergaben sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bezüglich der soziodemographischen Daten, des Beschwerdebeginns, des präoperativen Schmerzes sowie der Beweglichkeit. Frauen waren im Schnitt zwei Jahre jünger als Männer, durchschnittlich 12,6cm kleiner und 10kg leichter, bei vergleichbarem BMI. Präoperativ war die passive Flexion bei den Männern numerisch etwas besser mit 140,8° versus 127,3° (p=0,069). Signifikante Unterschiede präoperativ wurden in der Kraft bei den Männern festgestellt. Auch der Constant-Score (p=0,044), der SF-36 Gesamt-Score (p=0,021) sowie die beiden *Subscores* aus dem *Nottingham Health Profile* bzgl. Energie (p=0,047) und Schlaf (p=0,036) fielen präoperativ bei Männern besser aus als bei Frauen. Andere klinische Scores wie der ASES- und DASH-Score zeigten keinen signifikanten Gruppenunterschied. Weiterhin fiel eine häufigere Bindegewebsschwäche bei Frauen im Vergleich zu Männern auf (7/17 versus 0/38; p<0,001). Männer betrieben im Vergleich zu Frauen mehr schulterbelastenden Sport (14/25 versus 0/18; p=0,002).

Bezüglich des Alters zeigte sich eine Häufung von arterieller Hypertonie im Patientenkollektiv ≥ 65 Jahre. Außerdem wiesen älteren Patienten vermehrt eine behandlungsbedürftige Hypercholesterinämie und einen erhöhten Anti-CCP-Spiegel auf.

Tabelle 3.2 *Baseline* nach Nachbehandlungsgruppe (Teil 1)

	Progressive Nachbehandlung			Konservative Nachbehandlung			p-Wert
	N	Mittelwert	SD	N	Mittelwert	SD	
Alter bei OP [Jahre]	30	57,5	7,9	27	58,3	7,2	0,692
Größe [cm]	30	175,1	8,8	27	173,2	7,7	0,368
Gewicht [kg]	30	89,6	16,4	27	85,3	19,3	0,370
BMI [kg/m²]	30	29,3	5,6	27	28,3	5,7	0,532
Beschwerdedauer vor OP [Mo.]	29	23,5	53,2	27	33,9	78,7	0,563
Stärkere Beschwerden [Mo.]	29	6,7	4,2	27	17,4	25,0	0,038
NRS bis 10	29	4,2	1,9	27	4,8	2,5	0,291

Tabelle 3.2 Baseline nach Nachbehandlungsgruppe (Teil 2)

	Progressive Nachbehandlung			Konservative Nachbehandlung			p-Wert
	N	Mittelwert	SD	N	Mittelwert	SD	
Extension aktiv [°]	30	44,1	11,3	27	44,7	9,9	0,841
Extension passiv [°]	30	45,3	11,0	27	45,2	9,8	0,968
Flexion aktiv [°]	30	123,9	35,3	27	127,5	31,1	0,687
Flexion passiv [°]	30	135,0	29,7	27	138,3	22,1	0,636
Extension/Flexion aktiv [°]	30	168,0	43,0	27	172,2	33,6	0,689
Extension/Flexion passiv [°]	30	180,3	37,0	27	183,5	27,1	0,712
Adduktion aktiv [°]	30	26,4	9,4	27	29,9	11,7	0,219
Adduktion passiv [°]	30	30,1	10,2	27	33,0	10,9	0,304
Abduktion aktiv [°]	30	99,8	41,2	27	114,0	42,1	0,204
Abduktion passiv [°]	29	131,9	39,2	26	137,2	38,5	0,611
Abduktion/Adduktion aktiv [°]	30	126,2	44,4	27	143,9	45,9	0,145
Abduktion/Adduktion passiv [°]	29	161,9	46,0	26	169,8	42,4	0,513
Innenrotation aktiv [°]	30	86,5	8,3	27	87,8	8,4	0,566
Innenrotation passiv [°]	30	86,8	8,3	27	87,8	8,4	0,670
Außenrotation aktiv [°]	30	46,6	13,2	27	48,3	14,9	0,649
Außenrotation passiv [°]	30	47,0	12,6	27	50,1	12,5	0,355
Hohe Außenrotation aktiv [°]	27	68,3	26,2	24	73,3	24,2	0,485
Hohe Außenrotation passiv [°]	27	69,1	27,1	24	74,6	23,7	0,447
Kraft Extension [kg]	30	4,19	1,78	26	4,3	1,84	0,787
Kraft Flexion [kg]	30	3,05	1,77	26	3,4	2,05	0,484
Kraft Adduktion [kg]	30	3,87	1,75	26	4,3	2,94	0,487
Kraft Abduktion [kg]	30	2,06	1,67	26	1,9	1,54	0,626
Kraft Außenrotation [kg]	30	3,52	1,74	26	2,9	1,75	0,205
Kraft Innenrotation [kg]	30	4,58	2,24	26	4,7	2,25	0,789
ASES Score	29	57,6	14,5	26	53,9	17,3	0,395
Constant Score	28	49,2	15,4	25	49,8	13,8	0,886
DASH Score	25	63,2	15,7	25	62,3	16,9	0,842
SF 36 Gesamt Score	29	467,5	129,2	26	484,0	140,7	0,652

SD = Standardabweichung

3.3 Soziodemographie und präoperativer Gesundheitsstatus

Vorerkrankungen der untersuchten Studienteilnehmer sind nach Häufigkeit geordnet in Abbildung 3.3 zu sehen. Zwei Patienten waren sich unsicher bezüglich der Selbsteinschätzung einer Bindegeweibsschwäche und konnten daher nicht in die Auswertung diesbezüglich mit einbezogen werden. Eine Bindegeweibsschwäche lag vor, wenn diese vom Patienten anamnestisch angegeben wurde. Manifeste Bindegeweibserkrankungen wie Ehlers-Danlos-Syndrom oder Marfan-Syndrom waren bei den Patienten in der vorliegenden Studie nicht bekannt. In der Medikamentenanamnese zeigte sich, dass ein Patient (1,8%) Glukokortikoide einnahm, 24,6% gaben die regelmäßige Einnahme von Statinen an.

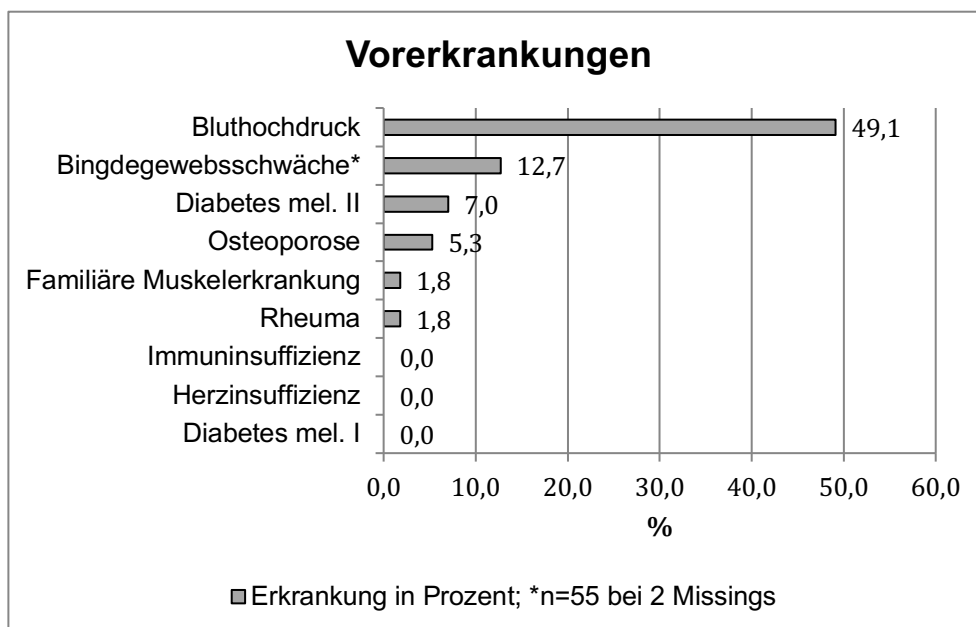


Abbildung 3.3 Übersicht über Vorerkrankungen des Patientenkollektivs

Eine vorausgegangene Operation an der Schulter war bei einem Patienten an der ipsilateralen Schulter zu verzeichnen (Probepiopsie der lateralen Clavicula bei zystischer Raumforderung). Acht Patienten (14,0%) waren bereits an der Gegenseite operiert worden. Drei Patienten berichteten anamnestisch von Wundheilungsstörungen, ein Patient von einer Schultersteife und drei Patienten von Arthrofibrosen an anderen Gelenken. Ein Sturz auf die Schulter in der Vorgeschichte wurde von 33,9% der Patienten beschrieben. 28,1% waren zum OP-Zeitpunkt Raucher mit einem durchschnittlichen Konsum von 9,2 Zigaretten am Tag, 57,9% tranken gelegentlich Alkohol, 7,0% häufig.

17 Patienten (28,0%) gaben an Rentner zu sein. Drei der Rentner machten keine genaue Angabe bezüglich ihres vorherigen Berufes oder ihrer jetzigen Aktivität. Von den restlichen 54 Patienten arbeiteten 77,8% körperlich anspruchsvoll, 38,9% waren Überkopf tätig. Schulterbelastenden Sport trieben 24,6% der Patienten.

82,5% der Patienten waren Rechtshänder, 15,8% Linkshänder und 1,8% beidhändig. Die betroffene Schulter war jedoch unabhängig von der Händigkeit (rechts 52,6%, links 47,4%).

Die Zeitspanne zwischen der körperlichen Untersuchung und der Operation variierte zwischen einem Tag und 131 Tagen, mit einem Durchschnitt von 19 Tagen. In der genaueren Analyse zeigte sich, dass ca. die Hälfte der Patienten einen Tag vor der OP untersucht wurden (50,0%) und 89,3% innerhalb von zwei Monaten vor der Operation. Bezüglich der Nachbehandlungsgruppen wurde die progressive Gruppe im Durchschnitt innerhalb von 19,1 Tagen, die konservative Gruppe innerhalb von 19,2 Tagen präoperativ untersucht ($p=0,950$).

3.4 Intra- und perioperative Befunde

Intraoperativ wurde eine Verteilung der Rupturgröße der Supraspinatussehne nach Bateman wie in Abbildung 3.4 festgestellt. Die Konformation des Akromions wurde nach Bigliani eingeteilt und zeigte eine Verteilung gemäß Abbildung 3.5. Eine Retraktion Grad I nach Patte (nahe des SSP-Ansatzes) war bei 61,4%, eine Retraktion Grad II (Retraktion bis zum Humeruskopf) bei 38,6% zu finden. Eine deutliche Ausdünnung der Supraspinatussehne wurde in 21,1% beobachtet, 15,8% zeigten eine leichte Ausdünnung. Die Schnitt-Naht-Zeit betrug durchschnittlich 84 Minuten (48-123 Minuten). Bei keinem der Patienten wurde eine Drainage gelegt.

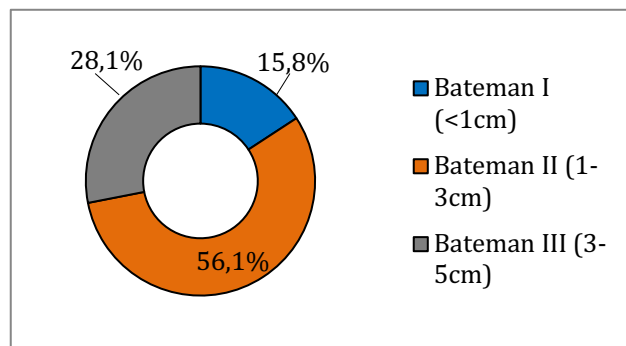


Abbildung 3.4 Verteilung der Rupturgröße nach Bateman

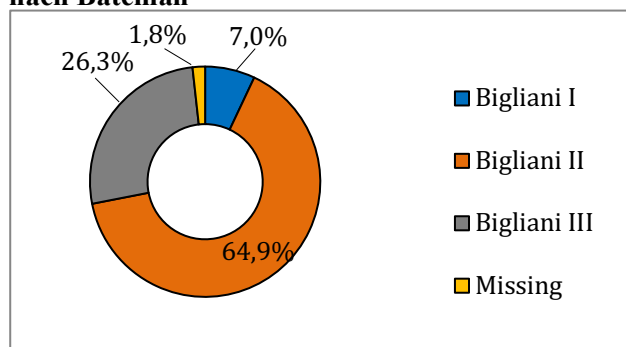


Abbildung 3.5 Verteilung der Akromionkonformation nach Bigliani

Operativ behandelte Begleitpathologien zusätzlich zur Rotatorenmanschettenrefixation sind nach Nachbehandlungsmodell aufgeteilt in Abbildung 3.6 abgebildet. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Nachbehandlungsgruppen hinsichtlich Rupturgröße nach Bateman ($p=0,543$), Retraktion nach Patte ($p=0,129$) und Akromionkonfiguration nach Bigliani ($p=0,481$).

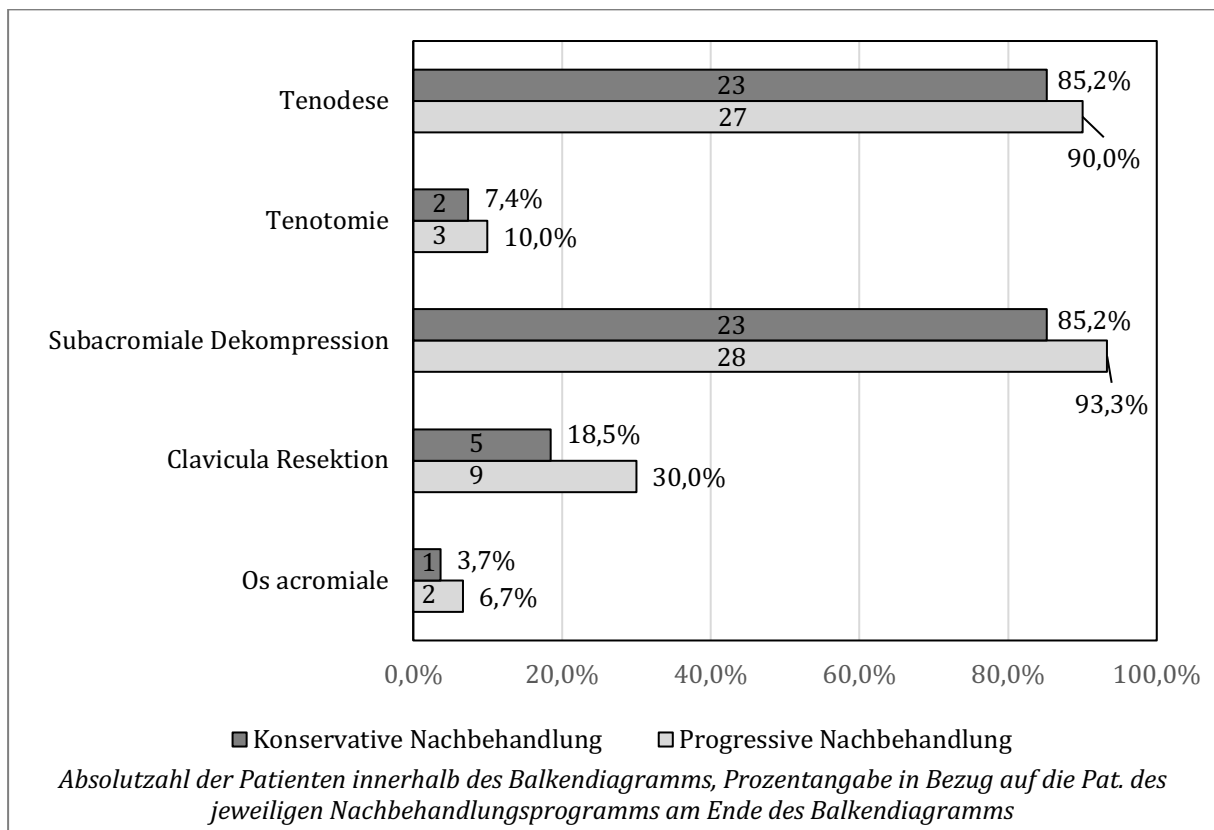


Abbildung 3.6 Übersicht der operativ behandelten Begleitpathologien der beiden Nachbehandlungsgruppen

3.5 Sonographische Untersuchung

Insgesamt wurden bei der Kontrolle sechs Monate postoperativ drei Rerupturen diagnostiziert (Rerupturrate 5,3%). Die sonographische Untersuchung sechs Wochen postoperativ wurde aufgrund von divergierenden Ergebnissen und aufgrund von postoperativen Artefakten sowie nicht eindeutigen Befunden nicht gewertet. Von den drei Rerupturen sechs Monate postoperativ fanden sich zwei bei Patienten in der progressiven und eine bei einem Patienten in der konservativen Nachbehandlungsgruppe. Zwei Patienten waren männlich und ≥ 65 Jahre, keiner der Patienten hatte einen Sturz in der Anamnese (s. Tabelle 3.3).

Tabelle 3.3 Individuelle demographische und intraoperative Daten der drei Patienten mit Reruptur 6 Monate postoperativ

Nachbehandlungsprotokoll	Progressiv	Konservativ	Progressiv
Geschlecht	männlich	männlich	weiblich
Alter bei OP [Jahre]	73	66	60
BMI [kg/m²]	26,0	30,7	28,7
Diabetes mellitus Typ II	nein	nein	nein
Bluthochdruck	ja	ja	ja
Vor-OP an der Schulter	Gegenseite	nein	nein
Schultersteife in Vorgeschichte	nein	nein	nein
Beschwerdezeit präoperativ [Monate]	2,0	120,0	1,5
Sturzereignis	nein	nein	nein
CRP präoperativ	0,2	0,0	0,0
CRP 2 Tage postoperativ	23,0	10,3	<i>Missing</i>
Rauchen aktuell	nein	nein	ja
Rentner	ja	ja	ja
Überkopfarbeit	nein	ja	nein
Körperliche Arbeit	nein	ja	ja
Schulterbelastender Sport	ja	nein	nein
Tenodese durchgeführt	ja	ja	ja
Schnitt-Naht-Zeit [min]	123	85	56
Os acromiale Fixierung	ja	nein	nein
Clavicula Resektion	nein	nein	nein
Subacromiale Dekompression	nein	ja	ja
Ausdünnung der SSP-Sehne	Deutlich	Deutlich	nein
AC-Gelenkstyp nach Bigliani	II	II	II
Größe der Ruptur nach Bateman	II	III	II
Retraktion nach Patte	I	II	I
Auffällige Sehne sonographisch 6 Wochen postoperativ	nein	ja	nein

Auffällig veränderte Sehnen zeigten sich sechs Wochen postoperativ in 9 von 30 Patienten (30,0%) in der progressiven Nachbehandlungsgruppe versus 3 von 27 Patienten (11,1%) in der konservativen Nachbehandlungsgruppe. Sechs Monate postoperativ waren in der progressiven Nachbehandlungsgruppe 10 von 30 Patienten (33,3%) mit auffälligem Sonographiebefund im Vergleich zu 7 von 27 (25,9%) in der konservativen Gruppe. Im Vergleich der Geschlechter zeigten Männer sechs Wochen postoperativ in 11 von 39 Fällen (28,2%) auffällige Sehnenstrukturen, Frauen hingegen nur in 1 von 18 Fällen (5,5%). Sechs Monate postoperativ waren es 12 von 39 (30,8%) bei den Männern versus 5 von 18 (27,8%) bei den Frauen. Eine Übersicht

zu dem sonographischen Ergebnis sechs Monate postoperativ im Vergleich zum Gesamtkollektiv der Studie gibt Tabelle 3.4. Es zeigte sich kein weiteres klinisches Korrelat bzgl. der Ultraschallbefunde „Auffällige Sehnenstruktur“, sodass auf eine weiterführende Auswertung der Patienten verzichtet wurde.

Tabelle 3.4 Demographische Daten bei sonographisch „auffälliger Sehne“ 6 Monate postoperativ

		Auffällige Sehne n=17 (29,8%)	Gesamtpopulation n=57 (100%)
Nachbehandlungsprotokoll	progressiv	58,8%	52,6%
Geschlecht	männlich	70,6%	68,4%
Alter bei OP [Jahre]	Durchschnitt	60,4	57,8
BMI [kg/m²]	Durchschnitt	30,2	28,8
Diabetes mellitus Typ II	ja	17,6%	7,0%
Bluthochdruck	ja	52,9%	49,1%
Vor-OP an der Schulter	an der Gegenseite	29,4%	14,0%
Schultersteife in Vorgeschichte	ja	6,3%	1,8%
Beschwerdezeit präoperativ [Monate]	Durchschnitt	52,0	28,5
Sturzereignis	ja	17,6%	33,9%
CRP präoperativ	Durchschnitt	0,39	0,24
CRP 2 Tage postop	Durchschnitt	8,96 (n=13)	9,11
Rauchen aktuell	ja	17,6%	28,1%
Rentner	ja	35,3%	29,8%
Überkopfarbeit	ja	25,0% (n=16)	38,9%
Körperliche Arbeit	ja	75,0% (n=16)	77,8%
Schulterbelastender Sport	ja	29,4%	24,6%
Tenodese durchgeführt	ja	94,1%	87,7%
Schnitt-Naht-Zeit [min]	Durchschnitt	81,2 (n=16)	83,7
Os acromiale fixiert	ja	17,6%	5,3%
Clavicula Resektion	ja	11,8%	24,6%
Subacromiale Dekompression	ja	82,4%	89,5%

Es fand sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Reruptur und der Nachbehandlung ($p=0,540$), des Geschlechts ($p=0,688$) und dem Alter ≥ 65 Jahren ($p=0,127$) im χ^2 -Test. Aufgrund der insgesamt sehr niedrigen Prävalenz an Rerupturen wurde auf eine weitere Auswertung der Patienten mit Rerupturen gegenüber denen ohne Reruptur verzichtet und stattdessen der Fokus auf das postoperative *Outcome* des gesamten Patientenkollektivs gelegt.

3.6 Scores

Die Scores (NRS, Constant, DASH, ASES, SF-36 sowie NHP-Score) wurden auf Grundlage der Originalpublikation erhoben. Es wurden nur vollständig ausgefüllte Fragebögen ausgewertet. Bei einer Patientin fehlte der präoperative Fragebogen, sodass ein Vergleich mit der *Baseline* nicht möglich war. Da Beweglichkeit und Kraft präoperativ jedoch vollständig waren, wurde sie nicht als *Dropout* gewertet. Bei den präoperativen Auswertungen der folgenden Scores konnte sie jedoch nicht berücksichtigt werden. Ein Patient war drei Wochen postoperativ nicht erreichbar und ist dementsprechend in den Auswertungen drei Wochen postoperativ nicht berücksichtigt.

3.6.1 NRS

Der Numeric Rating Scale (NRS) wurde für den Alltagsschmerz auf einer Punkteskala von 0-10 und für den maximalen Schmerz auf einer Skala von 0-15 erhoben. Er verbesserte sich vom präoperativen Ausgangswert sowohl zur Untersuchung drei und sechs Wochen als auch sechs Monate postoperativ in den alltäglichen Schmerzen und den maximalen Schmerzen deutlich ($p < 0,001$; siehe Tabellen 3.5 & 3.6).

Tabelle 3.5 Alltagsschmerz im Numeric Rating Scale (NRS 0-10) im Verlauf

	N	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum
NRS präoperativ 0-10	56	4,46	2,19	0,00	8,00
NRS 1 Tag postoperativ 0-10	54	3,31	2,16	0,00	9,00
NRS 2-3 Tage postoperativ 0-10	55	2,76	1,62	0,00	7,00
NRS 3 Wochen postoperativ 0-10	56	2,06	1,83	0,00	7,50
NRS 6 Wochen postoperativ 0-10	57	2,72	1,84	0,00	7,50
NRS 6 Monate postoperativ 0-10	57	1,61	1,65	0,00	6,00

In den Subgruppenanalysen zeigte sich, dass die Patienten der progressiven Nachbehandlungsgruppe 2-3 Tage postoperativ signifikant mehr Schmerzen hatten als ihre konservative Vergleichsgruppe mit jeweils einem *Missing* pro Gruppe ($p = 0,001$). In den weiteren Untersuchungen waren keine signifikanten Gruppenunterschiede detektierbar (siehe Tabelle 3.7 & Abbildung 3.7).

Tabelle 3.6 Maximalschmerz im Numeric Rating Scale (NRS 0-15) im zeitlichen Verlauf

	N	Mittelwert	SD	Minimum	Maximum
NRS stärkste Schmerzen präoperativ 0-15	55	9,12	3,29	0,00	15,00
NRS stärkste Schmerzen 6 Wochen postop. 0-15	57	6,32	3,33	0,00	13,00
NRS stärkste Schmerzen 6 Monate postop. 0-15	57	4,47	3,60	0,00	15,00

Tabelle 3.7 Schmerzen nach Nachbehandlungsprotokoll im zeitlichen Verlauf

	Nachbehandlung	N	Mittelwert	SD	p-Wert*
NRS Alltagsschmerz (0-10) präoperativ	Progressiv	29	4,16	1,90	0,291
	Konservativ	27	4,78	2,45	
NRS Maximalschmerzen (0-15) präoperativ	Progressiv	28	9,05	3,39	0,884
	Konservativ	27	9,19	3,23	
NRS Alltagsschmerz (0-10) 1 Tag postoperativ	Progressiv	29	3,66	2,02	0,216
	Konservativ	25	2,92	2,29	
NRS Alltagsschmerz (0-10) 2-3 Tage postoperativ	Progressiv	29	3,41	1,61	0,001
	Konservativ	26	2,04	1,31	
NRS Alltagsschmerz (0-10) 3 Wochen postop	Progressiv	29	1,91	1,88	0,533
	Konservativ	27	2,22	1,80	
NRS Alltagsschmerz (0-10) 6 Wochen postop	Progressiv	30	2,72	1,77	0,991
	Konservativ	27	2,72	1,96	
NRS Maximalschmerz (0-15) 6 Wochen postop	Progressiv	30	6,32	3,34	0,998
	Konservativ	27	6,32	3,39	
NRS Alltagsschmerz (0-10) 6 Monate postop	Progressiv	30	1,53	1,70	0,732
	Konservativ	27	1,69	1,62	
NRS Maximalschmerz (0-15) 6 Monate postop	Progressiv	30	4,40	4,07	0,887
	Konservativ	27	4,54	3,07	
* Der p-Wert bezieht sich auf den Unterschied zwischen den Nachbehandlungsgruppen					

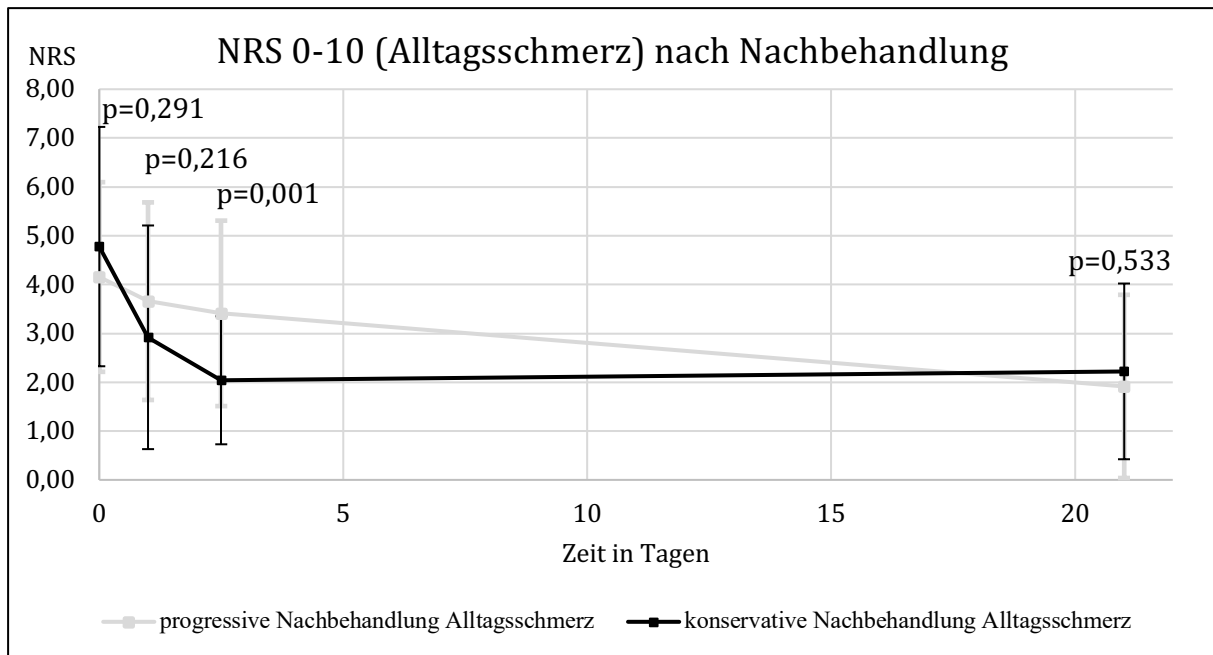


Abbildung 3.7 Verlauf des Alltagsschmerzes innerhalb der ersten 21 Tage nach Nachbehandlung (Mittelwert \pm 1 Standardabweichung). Der p-Wert bezieht sich auf Unterschiede der Nachbehandlungsmodelle am entsprechenden Zeitpunkt.

Männer hatten trotz gleicher Alltagsschmerzen im Verlauf sechs Wochen postoperativ signifikant höhere Maximalschmerzen (7,09 Punkte vs. 4,64 Punkte; $p=0,009$). Nach Nachbehandlungsgruppen aufgeteilt, hatten Männer 6 Wochen postoperativ in beiden Nachbehandlungsgruppen jedoch nur numerisch, aber nicht signifikant mehr Maximalschmerzen als Frauen (progressive Nachbehandlungsgruppe 7,07 versus 4,56; $p=0,066$; konservative Nachbehandlungsgruppe 7,11 versus 4,72; $p=0,083$). Präoperativ zeigte sich kein Unterschied der Maximalschmerzen zwischen Männern mit 8,76 versus Frauen mit 9,91 Punkten ($p=0,235$).

Sechs Monate postoperativ hatten Männer ebenfalls noch numerisch aber nicht signifikant stärkere Maximalschmerzen als Frauen (5,00 Punkte vs. 3,31 Punkte; $p=0,099$). In der Subgruppenanalyse war dies besonders in der progressiven Nachbehandlungsgruppe auffällig mit 5,52 versus 1,78 ($p=0,015$). Interessanterweise hatten 6 Monate postoperativ Frauen in der konservativen Nachbehandlungsgruppe stärkere Alltagsschmerzen als Männer (2,61 versus 1,22; $p=0,045$).

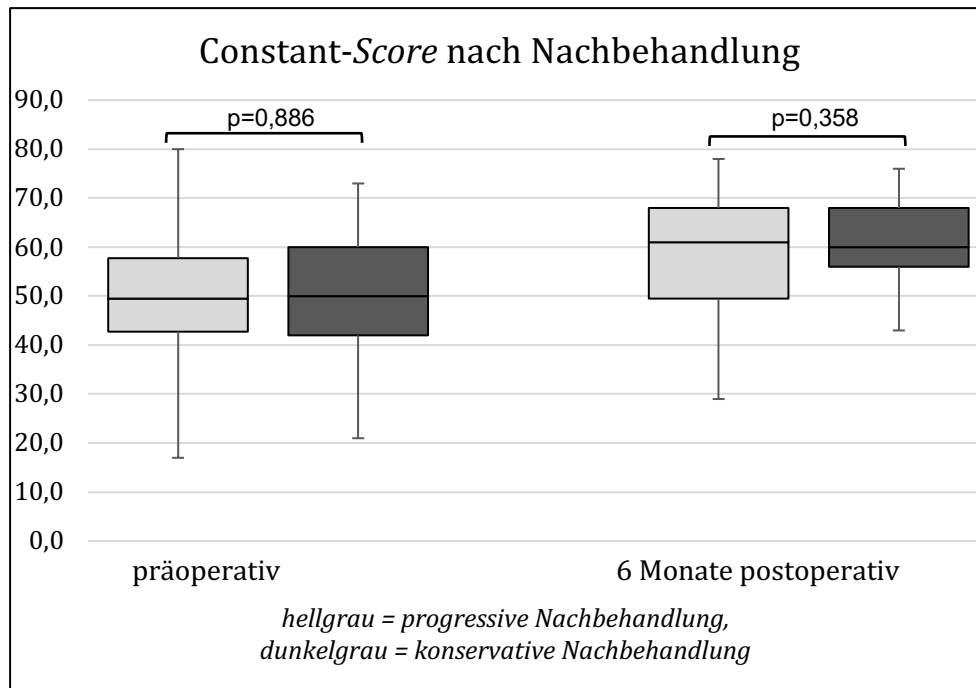
In Bezug auf das Alter zeigten sich keine signifikanten Unterschiede des Schmerzniveaus zwischen Patienten unter 65 Jahren und ≥ 65 Jahren.

In den Subgruppenanalysen innerhalb der Nachbehandlungskonzepte ergab sich kein signifikanter Unterschied bezüglich „BMI>30kg/m²“, „Überkopfarbeit“, „Körperlicher Arbeit der Patienten“, „Retraktion nach Patte“ sowie „Rupturgröße nach Bateman“. Nichtraucher zeigten bei gleichen Alltagsschmerzen präoperativ im konservativen Nachbehandlungsverfahren mit 1,78 versus 3,75 drei Wochen postoperativ ($p=0,027$) und mit 2,36 versus 4,00 sechs Wochen postoperativ ($p=0,039$) im Vergleich zu Rauchern im konservativen Nachbehandlungsmodell ein besseres Schmerzniveau.

Eine signifikante Verbesserung von sechs Wochen auf sechs Monate postoperativ konnte in allen Subgruppen (Alter, Geschlecht und Nachbehandlung) bis auf Frauen im Alltagsschmerz gezeigt werden (<65 Jahre $p=0,001$; männlich $p=0,001$; konservative Nachbehandlung $p=0,020$; progressive Nachbehandlung $p=0,001$). Bei Frauen waren die Schmerzen gleichbleibend von 1,83 auf 1,92 Punkte im NRS-Score von 6 Wochen auf 6 Monate postoperativ ($p=0,875$). Patienten ≥ 65 Jahre zeigten im gleichen Zeitraum eine Verbesserung des Schmerzes lediglich numerisch von 2,27 auf 1,62 ($p=0,179$).

3.6.2 Constant-Score

Der Constant-Score zeigte eine deutliche Verbesserung zwischen präoperativer und Analyse sechs Monate postoperativ von 50,4 auf 60,7 Punkte im Gesamtkollektiv ($p<0,001$). Im Vergleich der Nachbehandlungskonzepte zeigte sich kein signifikanter Gruppenunterschied (siehe Abbildung 3.8). Trotz besserer Scores der Männer präoperativ mit 52,1 im Vergleich zu 43,4 ($p=0,044$), war sechs Monate postoperativ keine signifikante Differenz nachweisbar (60,4 zu 59,6; $p=0,813$).



	Nachbehandlung	N	Mittelwert	SD	p-Wert
Constant Score präoperativ	Progressiv	28	49,2	15,4	0,886
	Konservativ	25	49,8	13,8	
Constant Score 6 Monate postoperativ	Progressiv	27	58,7	12,7	0,358
	Konservativ	25	61,6	9,1	

Abbildung 3.8 Constant Gesamt Score nach Nachbehandlungsprotokoll im zeitlichen Verlauf mit tabellarischer Legende des Mittelwerts und der Standardabweichung prä- und sechs Monate postoperativ.

Die Außenrotation im Constant-Score verbesserte sich in der gesamten Studienpopulation von 7,4 präoperativ auf 9,2 Punkte sechs Monate postoperativ ($p=0,001$), die Innenrotation blieb unverändert ($p=0,521$). Weder in der Außenrotation noch in der Innenrotation gab es Unterschiede in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter oder des Nachbehandlungskonzepts. Allerdings war in der progressiven Nachbehandlungsgruppe eher eine Verschlechterung der Innenrotation nach Constant zu sehen von 7,3 präoperativ auf 6,3 Punkte sechs Monate postoperativ (s. Abbildung 3.9). Dies war jedoch nicht statistisch signifikant ($p=0,100$).

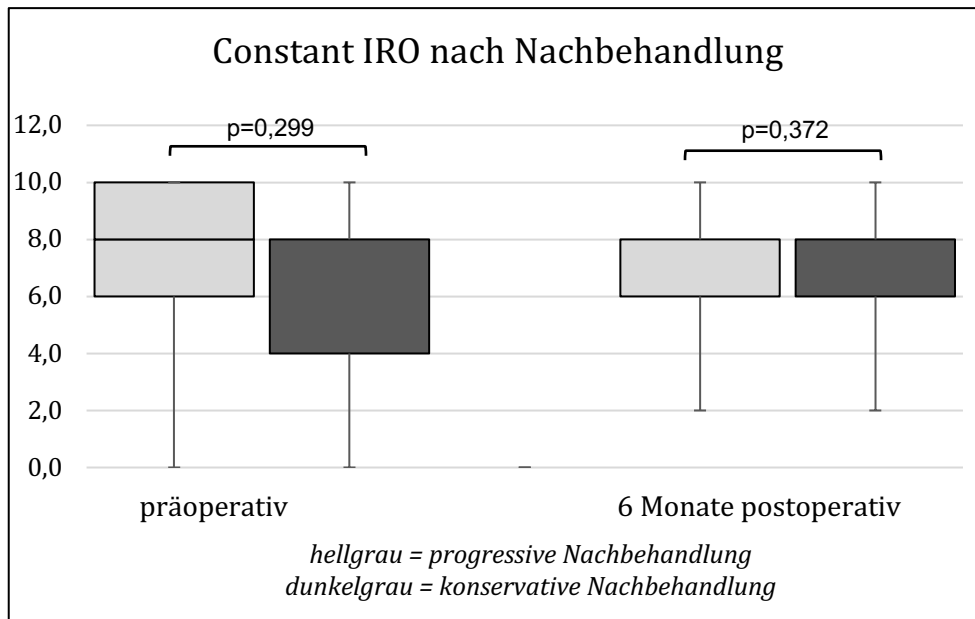


Abbildung 3.9 Innenrotation des Constant Score nach Nachbehandlungsprotokoll im zeitlichen Verlauf

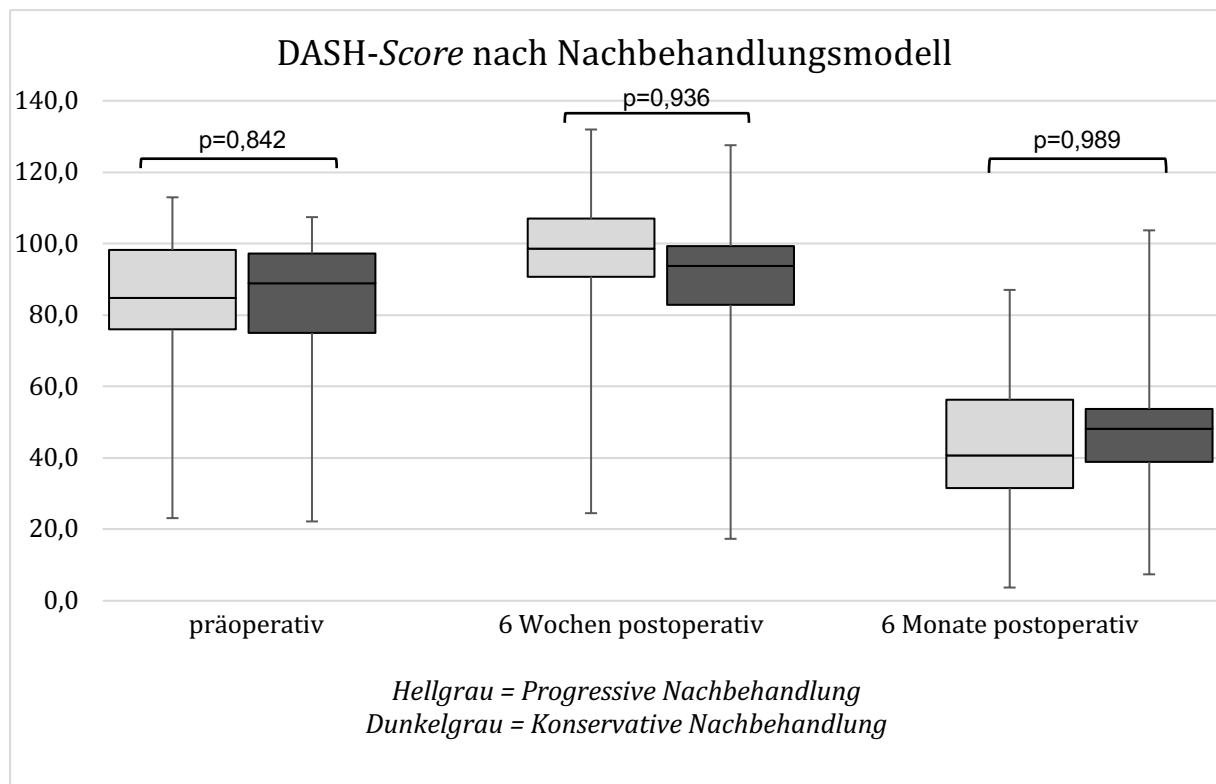
Bezüglich der Subgruppenanalyse innerhalb der Nachbehandlungskonzepte zeigten sich keine signifikanten Unterschiede für die Subgruppen.

3.6.3 DASH-Score

Der DASH-Score zeigte insgesamt eine deutliche Verbesserung von präoperativ 61,2 auf 43,0 Punkte sechs Monate postoperativ im Gesamtkollektiv ($p < 0,001$). Sechs Wochen postoperativ zeigt er in allen Subgruppen zunächst eine Verschlechterung, im weiteren Verlauf jedoch eine deutliche Verbesserung gegenüber des Ausgangswertes. Hinsichtlich der Nachbehandlungskonzepte zeigte sich kein signifikanter Unterschied im zeitlichen Verlauf (s. Abbildung 3.10). Auch bezüglich Alter sowie Geschlecht zeigte sich kein signifikanter Gruppenunterschied.

In den Subgruppenanalysen innerhalb der Nachbehandlungsprotokolle zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied der einzelnen Subgruppen.

Aufgrund unvollständig ausgefüllter Fragebögen konnten im Verlauf $n=14$ Patienten nicht berücksichtigt werden.



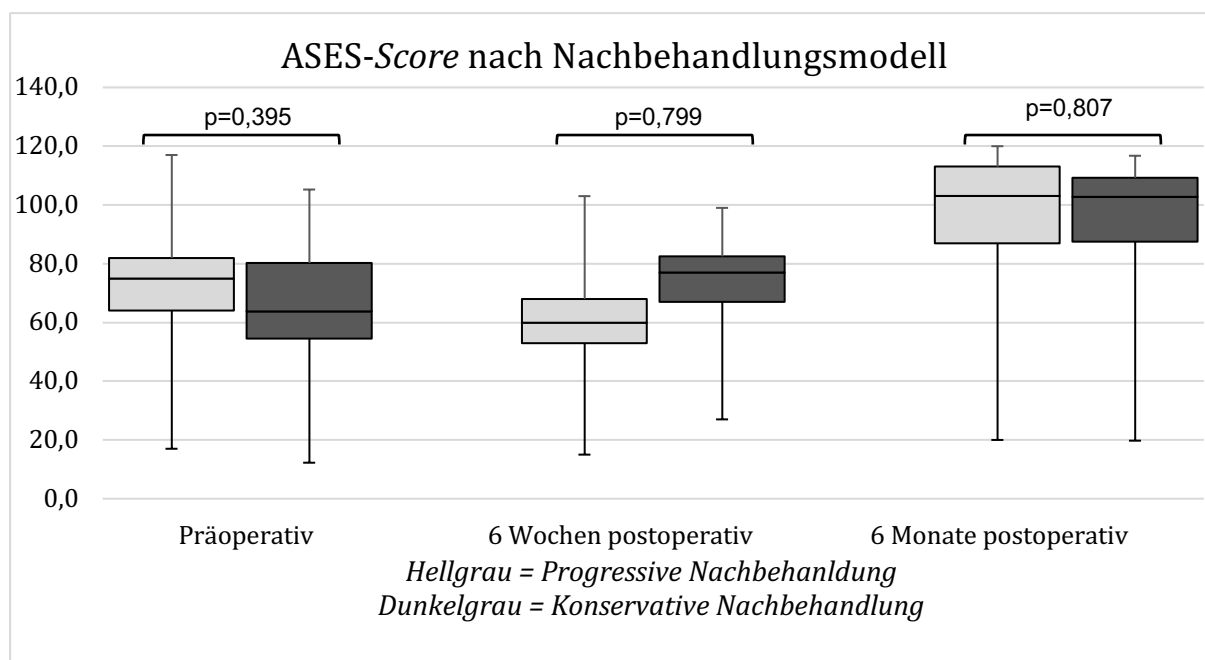
	Nachbehandlung	N	Mittelwert	SD	p-Wert
DASH Score präoperativ	Progressiv	25	63,2	15,7	0,842
	Konservativ	25	62,3	16,9	
DASH Score 6 Wochen postoperativ	Progressiv	27	74,7	15,7	0,936
	Konservativ	26	75,1	13,9	
DASH Score 6 Monate postoperativ	Progressiv	24	42,9	17,4	0,989
	Konservativ	25	42,9	16,6	

Abbildung 3.10 DASH-Score nach Nachbehandlung im zeitlichen Verlauf mit tabellarischer Aufführung der Mittelwerte und Standardabweichungen sowie Signifikanzen im unverbundenen T-Test.

3.6.4 ASES-Score

Der ASES-Score zeigte eine deutliche Verbesserung von präoperativ auf sechs Monate postoperativ von 55,6 auf 78,5 Punkte im Gesamtkollektiv ($p=0,001$).

Hinsichtlich der Nachbehandlung zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen sechs Wochen und sechs Monate postoperativ. Die progressive Nachbehandlungsgruppe verbesserte sich von 57,6 Punkte präoperativ auf 78,3 Punkte sechs Monate postoperativ, die konservative Gruppe von 53,9 Punkte auf 79,3 Punkte (siehe Abbildung 3.11).



	Nachbehandlung	N	Mittelwert	SD	p-Wert
ASES Score präoperativ	Progressiv	29	57,6	14,5	0,395
	Konservativ	26	53,9	17,3	
ASES Score 6 Wochen postoperativ	Progressiv	29	47,0	13,1	0,799
	Konservativ	27	48,0	13,9	
ASES Score 6 Monate postoperativ	Progressiv	29	78,3	16,1	0,807
	Konservativ	26	79,3	13,5	

Abbildung 3.11 ASES-Score nach Nachbehandlung im zeitlichen Verlauf mit tabellarischer Darstellung des Mittelwertes, Standardabweichung und Signifikanz aus dem unverbundenen T-Test.

Im Gegensatz zu Männern, welche sich von präoperativ auf sechs Wochen postoperativ deutlich verschlechterten (57,2 auf 45,6 Punkte, $p < 0,001$) zeigten Frauen in diesem Zeitraum keine Verschlechterung des ASES-Scores (53,2 auf 50,9 Punkte, $p = 0,645$). In Bezug auf Alter zeigte sich die Verschlechterung im genannten Zeitraum sowohl bei Patienten über 64 Jahren (62,9 auf 49,2; $p = 0,039$) als auch beim jüngeren Patientenkollektiv (54,1 auf 46,6; $p = 0,013$). Von $n = 4$ Patienten wurden die Fragebögen nur unvollständig ausgefüllt und konnten entsprechend nicht berücksichtigt werden.

3.6.5 SF-36-Score

Im SF-36-Score zeigten sich insgesamt zwischen präoperativer Messung und der Messung sechs Monate postoperativ deutliche Verbesserungen der *Subscores* der gesamten Studienpopulation (siehe Abbildung 3.12).

Der SF-36 lässt sich wie im Methodenteil beschrieben in 8 *Subscores* unterteilen, auf welche hier im Einzelnen eingegangen wird (siehe auch Abbildung 3.12). Die

Fragebögen wurden von n=4 Probanden unvollständig ausgefüllt und konnten entsprechend nicht ausgewertet werden.

Die körperliche Funktion (*Physical Functioning*) zeigte insgesamt eine signifikante Verbesserung von präoperativ 66,5 Punkte auf 78,6 Punkte 6 Monate postoperativ im Gesamtkollektiv ($p < 0,001$). Diese Verbesserung zeigte sich nahezu identisch in beiden Nachbehandlungsgruppen ohne signifikanten Gruppenunterschied (s. Abb. 3.13).

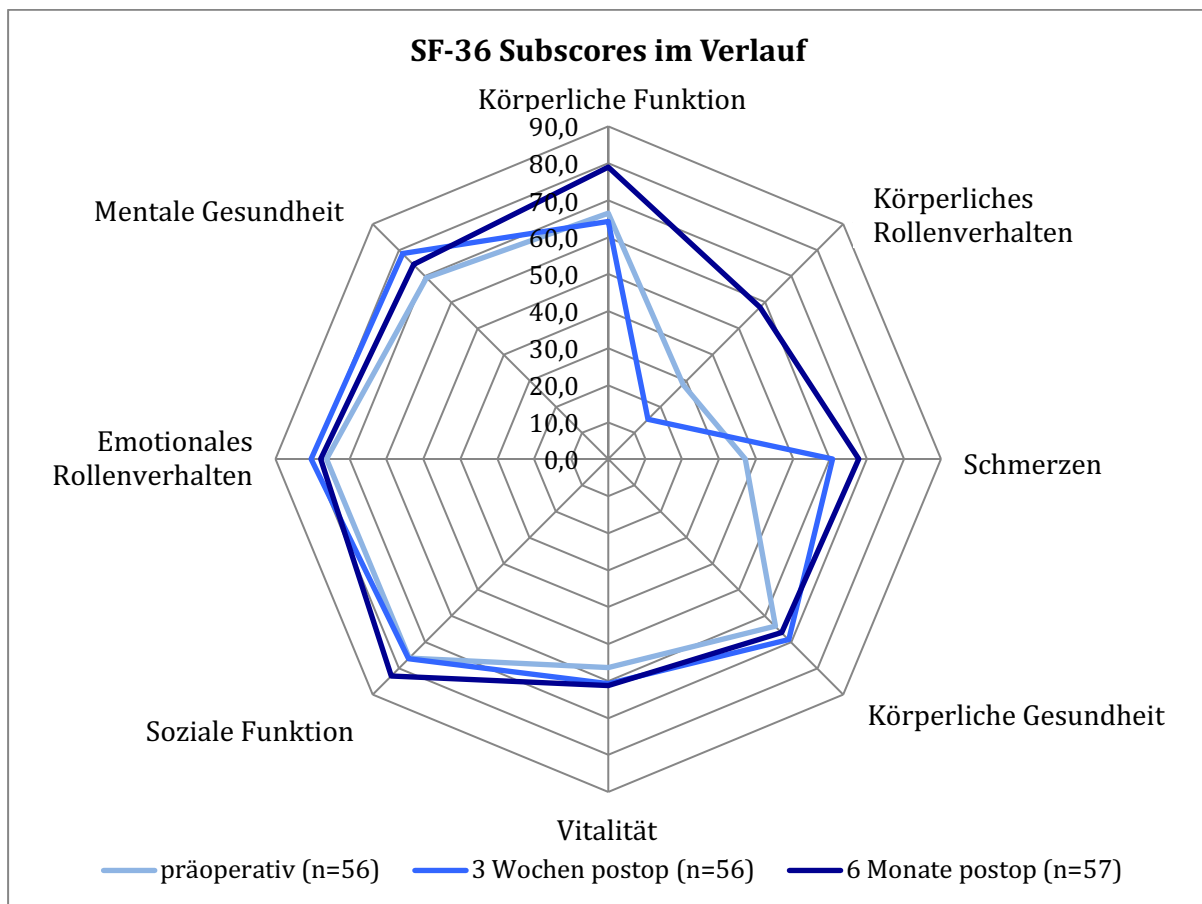


Abbildung 3.12 SF-36 Subscores des Gesamtkollektivs im Verlauf. Darstellung der Mittelwerte für die Subscores des SF-36. Rating von 0 – 100 mit 0 als schlechtestem und 100 als bestem Score.

Das Rollenverhalten aufgrund körperlicher Einschränkung (*Role physical*) zeigte ebenfalls insgesamt und in allen Subgruppen eine deutliche Verbesserung von präoperativ 28,6 Punkte auf 57,3 Punkte sechs Monate postoperativ ($p < 0,001$). Im Vergleich der Nachbehandlungsgruppen zeigte sich kein signifikanter Unterschied 3 Wochen postoperativ mit 15,5 der progressiven im Vergleich zu 14,8 der konservativen Nachbehandlungsgruppe ($p = 0,905$). Auch 6 Monate postoperativ ergab sich kein signifikanter Unterschied mit 50,0 versus 67,3 Punkte ($p = 0,141$). Patienten über 64

Jahre hatten im Vergleich zu jüngeren Patienten eine nicht signifikante Tendenz zu besseren Ergebnissen 3 Wochen postoperativ (25,0 versus 12,2 Punkte, $p=0,062$). Sechs Monate postoperativ war dies jedoch wieder ausgeglichen (59,6 Punkte bei Patienten ≥ 65 Jahre, 57,6 Punkte bei Patienten <65 Jahre; $p=0,883$)

Schmerzen (*Bodily Pain*) verbesserten sich signifikant in allen Subgruppen sowohl von präoperativ zur 3 Wochen- als auch zur 6 Monats-Visite ohne signifikanten Gruppenunterschied. In der Gesamtpopulation verbesserte sich der Schmerz-Subscore von 37,1 Punkte präoperativ auf 67,5 Punkte 6 Monate postoperativ ($p<0,001$). Sechs Monate postoperativ betragen die Schmerzen im progressiven Nachbehandlungsmodell 65,9 versus 69,8 im konservativen Modell ($p=0,580$).

Die körperliche Gesundheit (*General Health*) zeigte im Verlauf keinen signifikanten Unterschied mit 64,0 Punkten präoperativ und 66,7 Punkten 6 Monate postoperativ ($p=0,181$). Auch bezüglich der Nachbehandlung zeigte sich sechs Monate postoperativ kein signifikanter Unterschied mit 65,4 in der progressiven versus 67,3 in der konservativen Gruppe ($p=0,713$). Bei Männern war jedoch von präoperativ auf 3 Wochen postoperativ eine deutliche Verbesserung von 65,8 Punkte auf 72,6 Punkte zu verzeichnen ($p=0,015$). Frauen zeigten von präoperativ auf 3 Wochen postoperativ einen gleichbleibenden *General Health Subscore* von 59,4 auf 61,5 Punkte ($p=0,793$). Im Vergleich zu den Männern war der Unterschied drei Wochen postoperativ jedoch nicht signifikant ($p=0,063$). Sechs Monate postoperativ hatten die Männer einen signifikant besseren *General Health Subscore* als die Frauen mit 70,1 zu 57,9 Punkten ($p=0,022$).

Im direkten Vergleich innerhalb der Nachbehandlungsmodelle zeigten Männer sechs Monate postoperativ bessere Werte in der konservativen Nachbehandlungsgruppe in dem Subscore „Körperliche Funktion“ mit 86,5 versus 72,8 Punkten ($p=0,037$) bei gleichem präoperativem Punktwert von 70,0 versus 70,0 ($p=0,735$). Im Subscore „General Health“ war ebenfalls ein signifikanter Vorteil der Männer sechs Monate postoperativ mit 74,2 gegenüber 53,6 Punkten der Frauen detektierbar ($p=0,024$), jedoch bei präoperativ mit 67,0 zu 56,4 schon nicht signifikanter Diskrepanz ($p=0,179$).

Die soziale Funktion (*Social Functioning*) zeigte im Gesamtkollektiv tendenziell eine Verbesserung von präoperativ 76,1 Punkte auf 82,6 Punkte 6 Monate postoperativ. Dies war jedoch nicht signifikant ($p=0,066$). Konservativ nachbehandelte Patienten verbesserten sich in dem Zeitintervall von 76,4 auf 88,0 Punkte ($p=0,020$). Progressiv nachbehandelte Patienten zeigten keine Verbesserung mit 75,9 Punkte präoperativ und 78,3 Punkte 6 Monate postoperativ ($p=0,730$). Im direkten Gruppenvergleich 6 Monate postoperativ zeigte sich jedoch kein signifikanter Gruppenunterschied ($p=0,107$; s. Tabelle 3.8).

Tabelle 3.8 SF-36 Subscore „Soziale Funktion“ nach Nachbehandlungsprotokoll

	Nachbehandlungsprotokoll	N	Mittelwert	SD	p-Wert
Soziale Funktion präoperativ	Progressiv	29	75,9	24,5	0,938
	Konservativ	27	76,4	25,6	
Soziale Funktion 6 Monate postoperativ	Progressiv	30	78,3	23,7	0,107
	Konservativ	27	88,0	20,4	

Die geistige Gesundheit (*Mental Health*) verbesserte sich im Verlauf von 69,5 Punkte präoperativ auf 74,2 Punkte sechs Monate postoperativ ($p=0,035$). Nach 3 Wochen postoperativ verschlechterten sich allerdings die progressiv nachbehandelten Patienten von 80,4 Punkte bis zur Kontrolle 6 Monate postoperativ auf 73,7 Punkte ($p=0,017$) (siehe Abbildung 3.13). In der konservativ behandelten Gruppe war kein Unterschied zwischen der Erhebung 3 Wochen postoperativ mit 76,7 Punkten und 76,0 Punkten 6 Monate postoperativ ($p=0,823$) zu sehen. Im direkten Gruppenvergleich war sechs Monate postoperativ bezüglich der Nachbehandlung jedoch kein signifikanter Unterschied detektierbar ($p=0,526$). Bezüglich des Geschlechts sowie des Alters zeigte sich wie im Gesamtkollektiv eine Verbesserung der Subgruppen von präoperativ auf sechs Monate postoperativ.

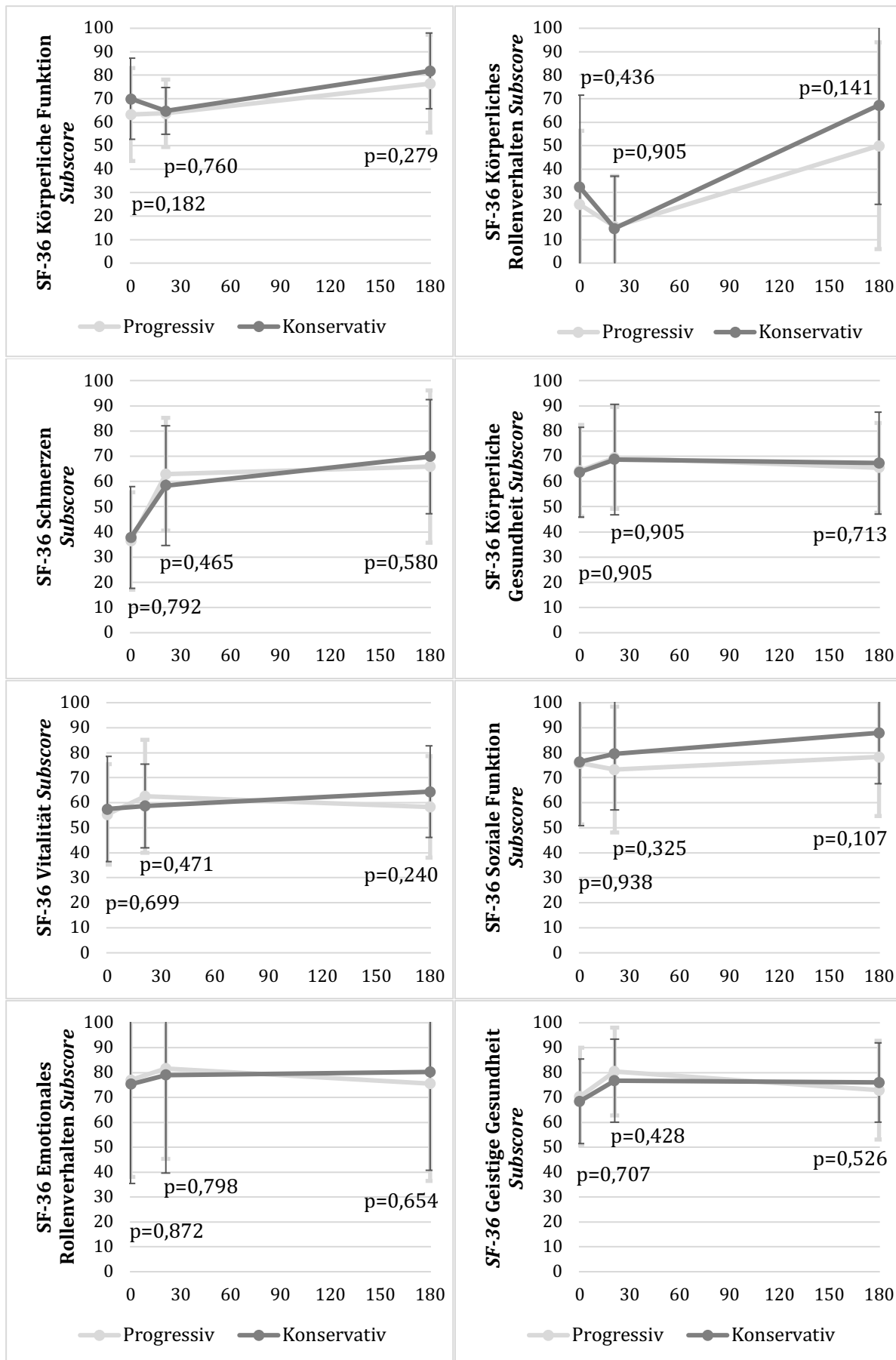


Abbildung 3.13 SF-36 Subscores nach Nachbehandlungsmodell mit Mittelwert +/- 1 SD im postoperativen Verlauf (x-Achse = Tage postoperativ); p-Wert für den Unterschied zwischen den Nachbehandlungsgruppen am jeweiligen Zeitpunkt

In der Vitalität (*Vitality*) sowie im emotionalen Rollenverhalten (*Role Emotional*) waren im Gesamtkollektiv insgesamt keine Verbesserungen von präoperativ auf 6 Monate postoperativ messbar. Die Vitalität betrug 56,4 Punkte präoperativ und 60,8 Punkte sechs Monate postoperativ ($p=0,103$). Sechs Monate postoperativ gab es keinen signifikanten Unterschied in den Nachbehandlungsgruppen mit 58,3 Punkten in der progressiven und 64,4 Punkten in der konservativen Gruppe ($p=0,240$). Das emotionale Rollenverhalten zeigte sich konstant bei 76,2 Punkte präoperativ und 77,4 Punkte sechs Monate postoperativ ($p=0,845$), ebenfalls ohne signifikanten Gruppenunterschied sechs Monate postoperativ mit 75,6 Punkten in der progressiven und 80,3 Punkten in der konservativen Nachbehandlungsgruppe ($p=0,654$).

In der Subgruppenanalyse innerhalb der Nachbehandlungsprotokolle zeigte sich zusätzlich, dass Patienten im konservativen Nachbehandlungsprotokoll drei Wochen postoperativ mit Rupturen Größe Bateman III im Gegensatz zu kleineren Rupturen (Bateman I & II) signifikant bessere Werte im Bereich „Mentale Gesundheit“ mit 72,7 zu 84,9 Punkten ($p=0,017$) sowie im *Subscore* „Schmerzen“ mit 51,5 zu 72,0 Punkten ($p=0,023$) und „Soziale Funktion“ mit 75,0 zu 88,9 Punkten ($p=0,030$) verzeichnen konnten. Im progressiven Nachbehandlungsmodell zeigte sich kein signifikanter Unterschied drei Wochen postoperativ bezüglich der Rupturgröße und dem Bereich „Mentale Gesundheit“ ($p=0,457$), „Schmerzen“ ($p=0,118$) und „Soziale Funktion“ ($p=0,895$). Sechs Monate postoperativ waren keine signifikanten Unterschiede nachweisbar.

Tabelle 3.9 SF-36-Subscores „Schmerzen“, „Soziale Funktion“ und „Mentale Gesundheit“ in der Subgruppenanalyse Rupturgröße nach Bateman im konservativen Nachbehandlungsmodell drei Wochen postoperativ

	Rupturgröße nach Bateman	N	Mittelwert	SD	p-Wert
Schmerzen	I&II	18	51,5	20,7	0,023
	III	9	72,0	22,3	
Soziale Funktion	I&II	18	75,0	19,5	0,030
	III	9	88,9	23,9	
Mentale Gesundheit	I&II	18	72,7	13,6	0,017
	III	9	84,9	18,4	

In der Subgruppenanalyse nach BMI zeigten sich sechs Monate postoperativ im progressivem Nachbehandlungsmodell signifikant schlechtere Ergebnisse von Patienten mit BMI>30kg/m² in den vier psychischen *Subscores* des SF-36. So zeigte sich der *Subscore* „Vitalität“ mit 64,3 versus 44,4 Punkten (p=0,024) verschlechtert, die „Soziale Funktion“ mit 83,9 versus 65,3 Punkten (p=0,041), die „Emotionale Rollenfunktion“ mit 85,7 versus 51,9 Punkten (p=0,048) sowie die „Mentale Gesundheit“ mit 77,9 versus 61,3 Punkten (p=0,031). Abbildung 3.14 und 3.15 veranschaulichen dies im Gruppenvergleich.

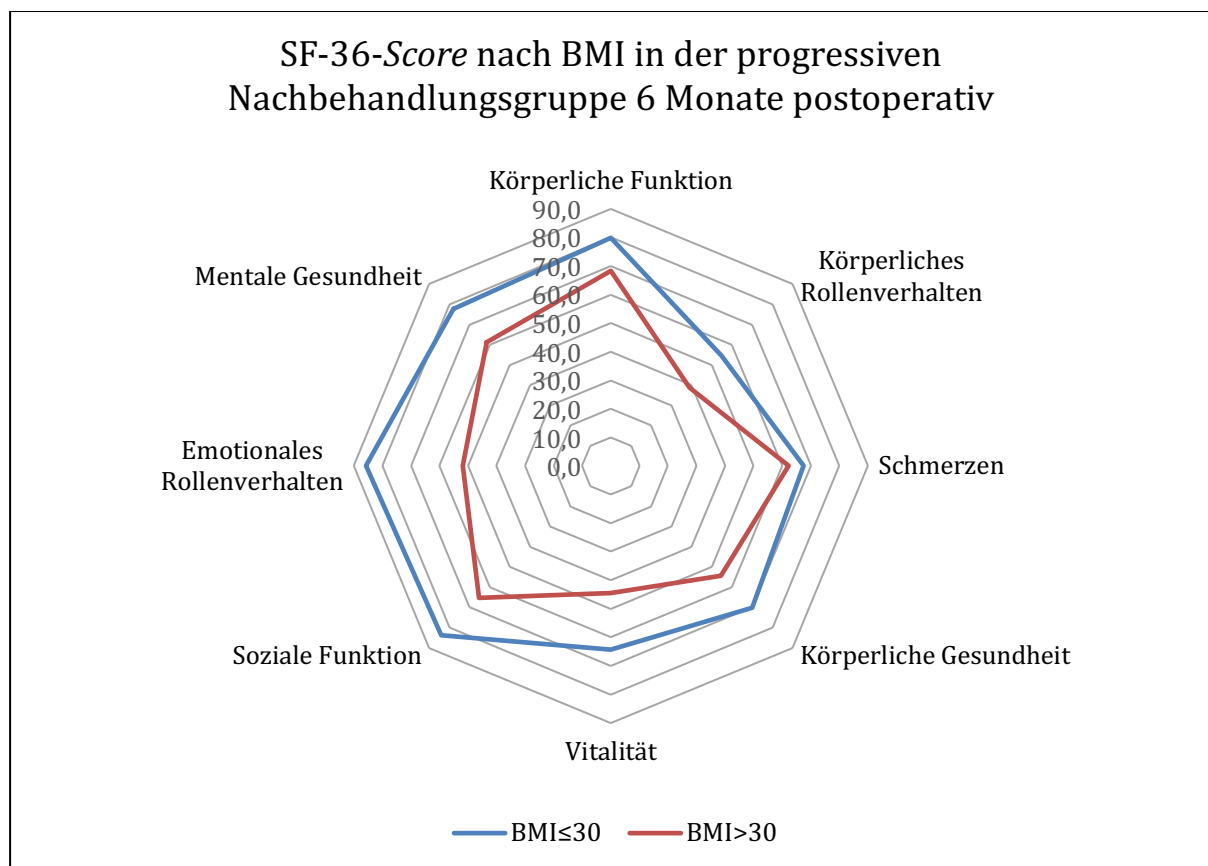


Abbildung 3.14 SF-36-Subscores in der Subgruppenanalyse nach BMI in der progressiven Nachbehandlungsgruppe sechs Monate postoperativ (BMI≤30kg/m² und BMI>30kg/m²). Gruppengröße n= 21 Patienten BMI≤30kg/m², n=9 Patienten BMI>30kg/m².

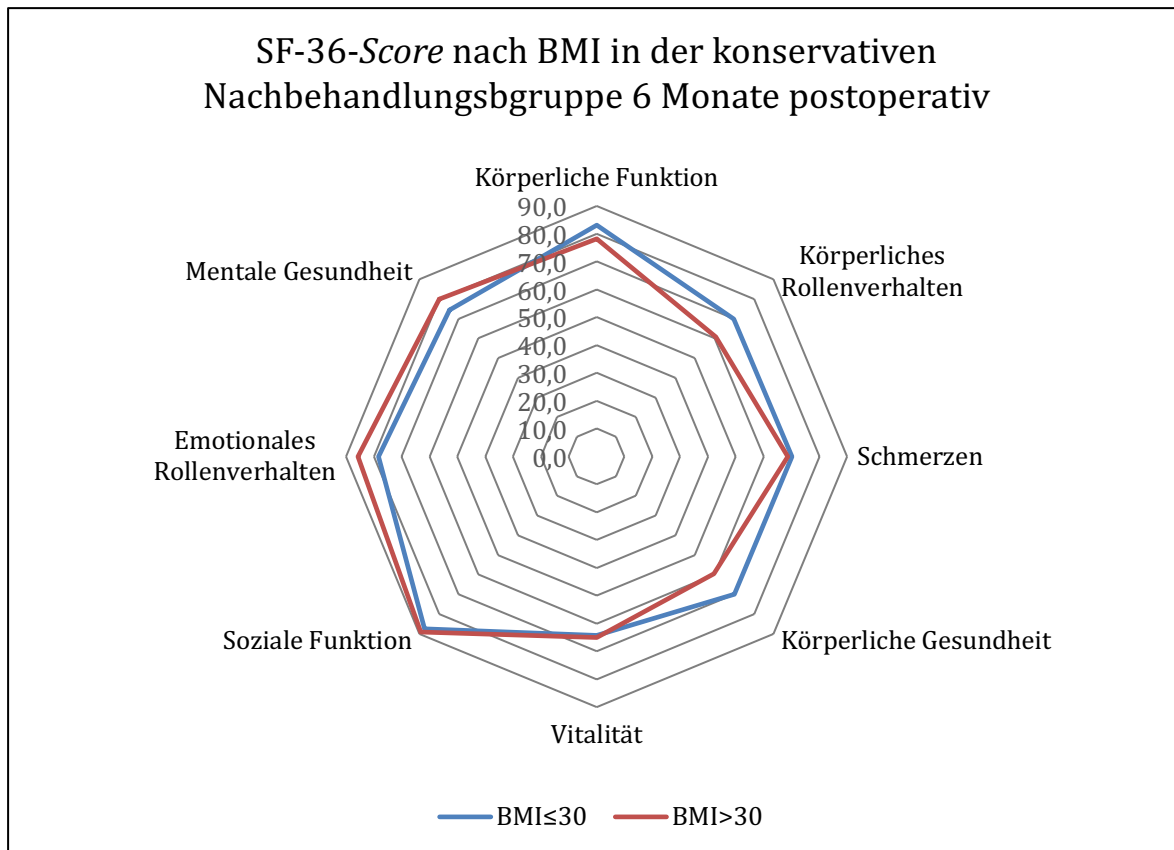


Abbildung 3.15 SF-36-Subscores in der Subgruppenanalyse nach BMI in der konservativen Nachbehandlungsgruppe sechs Monate postoperativ (BMI ≤ 30 kg/m² und BMI > 30 kg/m²). Gruppengröße n = 20 Patienten BMI ≤ 30 kg/m², n = 7 Patienten BMI > 30 kg/m².

3.6.6 Nottingham Health Profile (NHP)

Der NHP-Score zeigte in drei der sechs *Subscores* signifikant bessere Ergebnisse sechs Monate postoperativ im Vergleich zum Zustand vor der Operation. Im Einzelnen traf dies zu auf die Kategorien „Schmerz“, „Schlaf“ und „physische Mobilität“ zu, während die *Subscores* für Emotionale Reaktion, Energielevel und sozial Isolation keine signifikante Veränderung zeigten.

Dabei verbesserte sich der Schmerz von 31,0 auf 13,8 Punkte ($p < 0,001$), der Schlaf verbesserte sich von 35,4 auf 22,9 Punkte ($p < 0,001$) und die physische Mobilität verbesserte sich von 14,7 auf 8,9 Punkte ($p = 0,007$). Die Fragebögen wurden von n=4 Patienten unvollständig ausgefüllt und wurden entsprechend nicht berücksichtigt.

In Bezug auf die Nachbehandlung hatten Patienten mit einer konservativen Nachbehandlung drei Wochen postoperativ eine signifikante Verschlechterung der „Sozialen Isolation“ von 2,2 Punkte präoperativ auf 8,9 Punkte 3 Wochen postoperativ

($p=0,017$). Die progressive Nachbehandlungsgruppe zeigte mit 6,2 Punkten präoperativ und 5,5 Punkten 3 Wochen postoperativ keinen signifikanten Unterschied ($p=0,787$). Drei Wochen postoperativ konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen gezeigt werden ($p=0,310$).

Sechs Monate postoperativ hatten Patienten in der progressiven Nachbehandlungsgruppe mit 12,5 Punkten einen signifikant schlechteren *Subscore* bezüglich Mobilität als Patienten in der konservativen Nachbehandlungsgruppe mit 5,1 Punkten ($p=0,032$). Weiterhin konnte sechs Monate postoperativ eine Tendenz zu weniger Schmerz in der konservativen Nachbehandlungsgruppe mit 21,3 Punkten im Vergleich zur progressiven Nachbehandlungsgruppe mit 8,8 Punkten gezeigt werden ($p=0,054$).

Im *Subscore* „physische Mobilität“ zeigten vor allem Männer, junge sowie konservativ nachbehandelte Patienten bessere Ergebnisse.

In Bezug auf das Geschlecht hatten Männer sowohl präoperativ als auch sechs Monate postoperativ im *Subscore* „Energie“ und „Schlaf“ bessere Ergebnisse als Frauen (siehe Tabelle 3.10).

Tabelle 3.10 NHP-Subscore „Energie“ und „Schlaf“ im zeitlichen Verlauf nach Geschlecht

	Geschlecht	N	Mittelwert	SD	p-Wert
NHP-Subscore „Energie“ präoperativ	Männlich	39	16,2	29,5	0,047
	Weiblich	17	35,3	38,1	
NHP-Subscore „Schlaf“ präoperativ	Männlich	39	28,7	25,5	0,036
	Weiblich	17	50,6	36,8	
NHP-Subscore „Energie“ 6 Monate postoperativ	Männlich	39	12,8	29,2	0,066
	Weiblich	18	29,6	36,0	
NHP-Subscore „Schlaf“ 6 Monate postoperativ	Männlich	39	15,9	21,6	0,016
	Weiblich	18	38,9	34,6	

Im Vergleich nach Altersgruppen zeigte sich, dass Patienten über 64 Jahren drei Wochen postoperativ im NHP deutlich weniger Schmerz aufwiesen mit 1,9 Punkten versus 24,1 Punkten ($p<0,001$) als Patienten, die 64 Jahre oder jünger waren. Ältere Patienten hatten drei Wochen postoperativ einen besseren Schlaf mit 24,6 im Vergleich zu 44,7 Punkten ($p=0,046$) und fühlten sich weniger sozial isoliert (0,0 versus 9,3 Punkte; $p<0,001$). Präoperativ war dieser Unterschied nicht nachweisbar bei 1,5

Punkten für den Bereich soziale Isolation bei älteren Patienten im Vergleich zu 5,1 Punkten bei den jüngeren Patienten ($p=0,120$). Sechs Monate postoperativ zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied mehr mit 3,1 der älteren und 4,1 Punkten der jüngeren Patienten ($p=0,773$).

In der Subgruppenanalyse nach BMI und Nachbehandlung zeigte sich in der progressiven Nachbehandlung sechs Monate postoperativ der *Subscore* „Emotionale Reaktion“ signifikant schlechter bei Patienten mit $BMI > 30 \text{ kg/m}^2$ mit 5,8 Punkten versus 31,7 Punkten ($p=0,001$). Auch wenn präoperativ schon ein nicht signifikanter Unterschied bestand mit 11,1 Punkten versus 23,6 ($p=0,073$) ist zu erwähnen, dass in der konservativen Vergleichsgruppe keine vergleichbare Diskrepanz beschrieben wurde mit 7,9 Punkten bei Übergewichtigen versus 15,2 Punkten präoperativ ($p=0,408$) und 7,9 versus 7,8 Punkten sechs Monate postoperativ ($p=0,886$).

3.7 Patientenzufriedenheit, Adhärenz und postoperativer Verlauf

Die Patientenzufriedenheit mit der betroffenen Schulter im Alltag sowie die Einschränkung der Lebensqualität sind in den Abbildungen 3.16 und 3.17 dargestellt. *Missings* werden in den Graphen separat angegeben bei einer Grundgesamtheit von $n=57$.

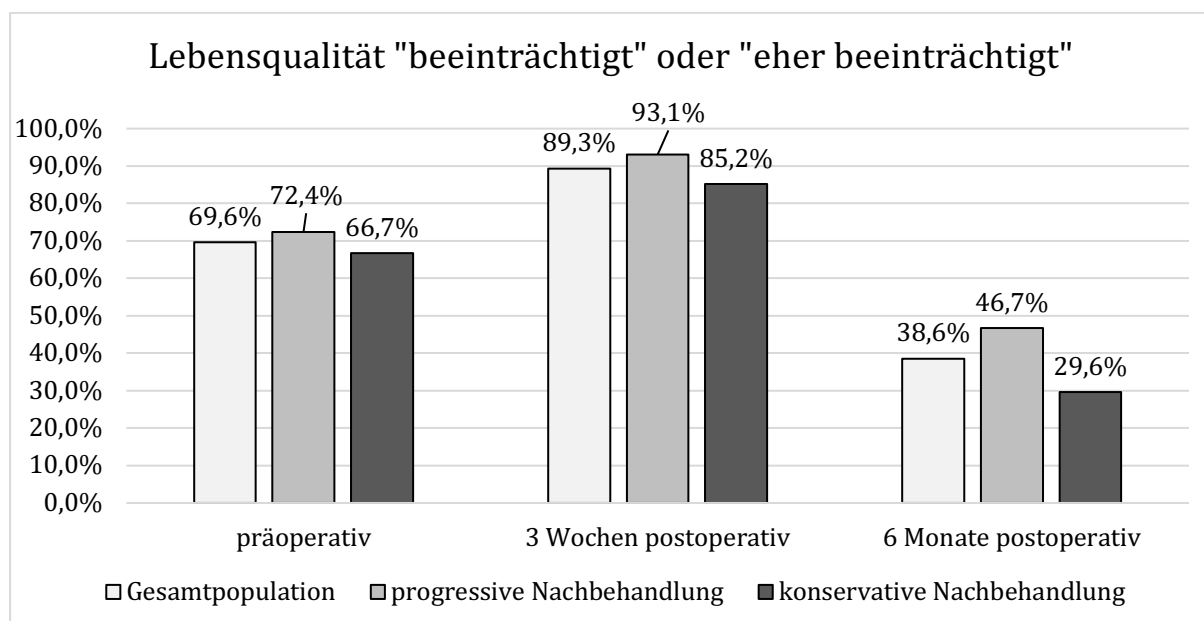


Abbildung 3.16 Beurteilung der Patienten hinsichtlich ihrer Einschränkungen der Lebensqualität nach Nachbehandlungsgruppe im Verlauf. Darstellung der Pat., welche ihre Lebensqualität zu den genannten Zeitpunkten als „beeinträchtigt“ oder „eher beeinträchtigt“ sahen prozentual zum Gesamtkollektiv (präoperativ $n=56$; 3 Wochen postoperativ $n=56$; 6 Monate postoperativ $n=57$).

Auffällig ist, dass trotz starker Einschränkung der Lebensqualität drei Wochen postoperativ 33 von 56 Patienten (58,9%) mit der Schulter im Alltag „gut“ oder „eher gut“ zurechtkommen. 26 von 56 Patienten (46,4%) sahen ihren aktuellen Gesundheitsstatus schon präoperativ bei „gut“ oder „besser“, sechs Monate postoperativ waren es mit 33 von 57 Patienten 57,9%.

Sechs Monate postoperativ zeigten Männer hierbei signifikant bessere Ergebnisse im Vergleich zu den Frauen mit 2 versus 0 „sehr gut“, 24 versus 7 „gut“, 10 versus 8 „mittel“ und 3 versus 3 „schlecht“ (p=0,040).

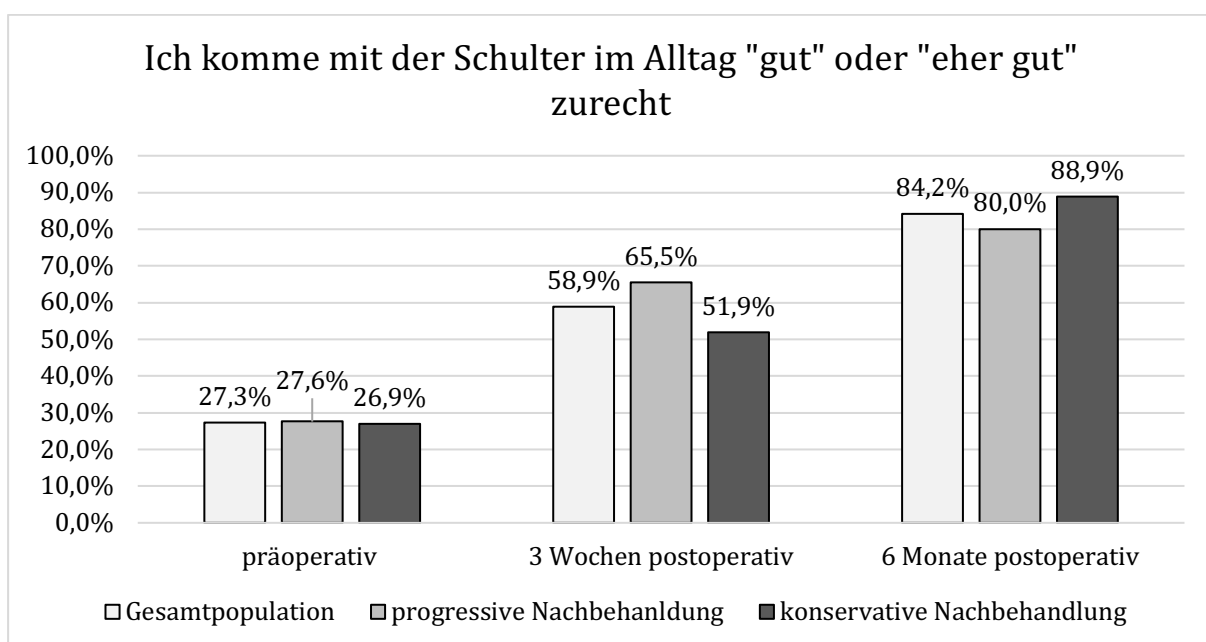


Abbildung 3.17 Beurteilung der Patienten hinsichtlich ihrer Zufriedenheit mit der betroffenen Schulter im Alltag nach Nachbehandlungsgruppe im zeitlichen Verlauf (präoperativ n=55, 3 Wochen postoperativ n=56 und 6 Monate postoperativ n=57). Darstellung der Patienten, welche zu den genannten Zeitpunkten angaben, „gut“ oder „eher gut“ im Alltag zurecht zu kommen prozentual zum Gesamtkollektiv.

Insgesamt waren 96,4% der Patienten mit der Betreuung im postoperativen Verlauf „zufrieden“ oder „eher zufrieden“ mit der Betreuung im postoperativen Verlauf und 87,5% waren sechs Monate postoperativ „zufrieden“ oder „eher zufrieden“ mit dem Ergebnis im Vergleich zum Zustand vor der Operation (siehe Abbildung 3.18). Trotzdem hatten noch 25,0% der Patienten drei Wochen postoperativ Probleme mit dem Schlafen auf der kontralateralen Schulter.

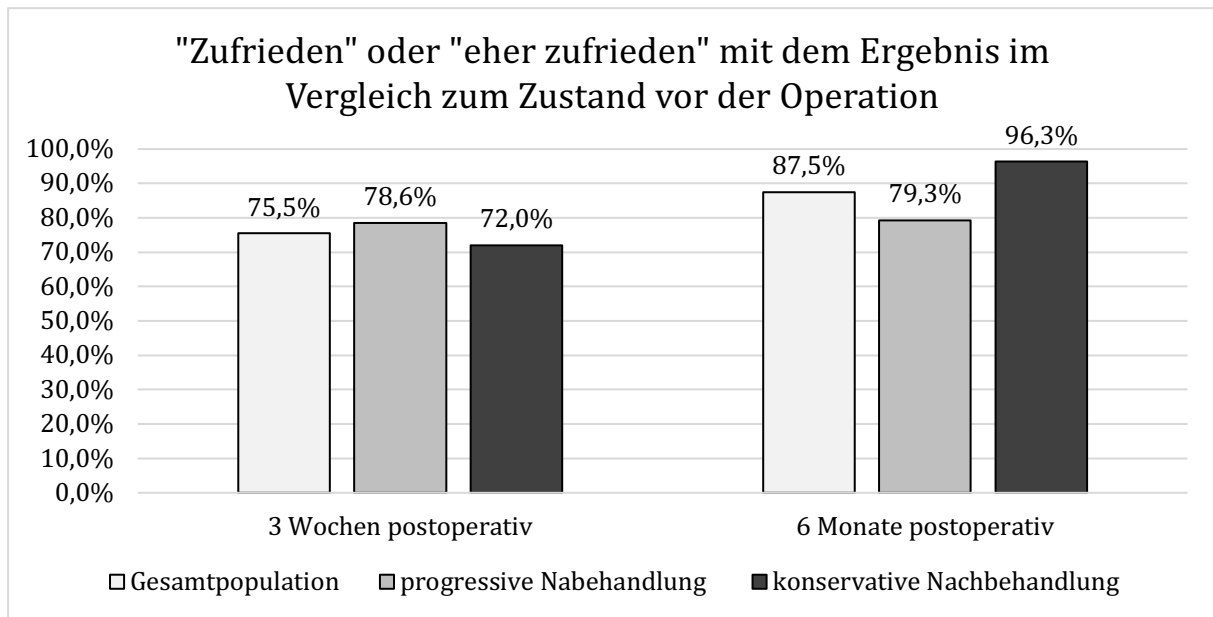
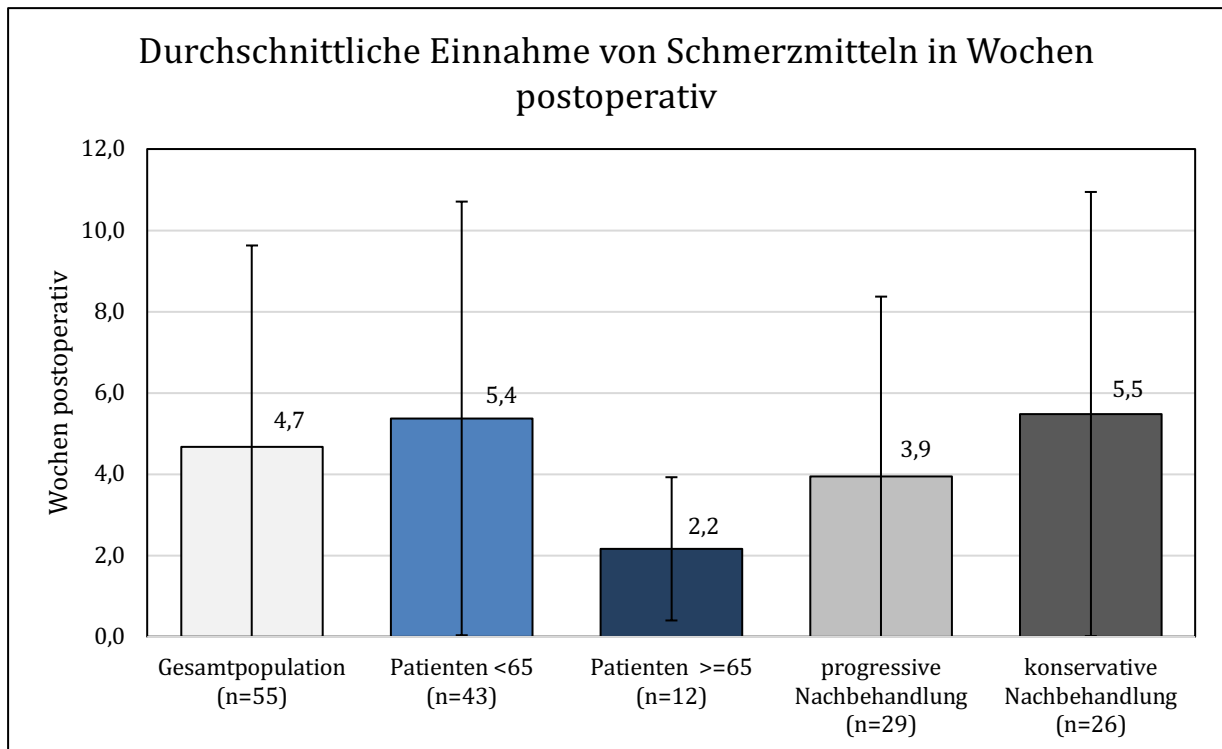


Abbildung 3.18 Beurteilung der Patienten hinsichtlich Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis im Vergleich zu präoperativ. Beurteilung drei Wochen postoperativ (n=53) und sechs Monate postoperativ (n=56) nach Nachbehandlungsmodell.

Im Verlauf zeigte sich, dass drei Wochen postoperativ noch 53,7% der Patienten eine Schmerzmedikation benötigten. Sechs Wochen postoperativ waren es mit 19 von 57 Patienten nur noch 33,3%. 55 Patienten gaben an, die Schmerzmedikation nach durchschnittlich 4,7 Wochen postoperativ abgesetzt zu haben. Bezüglich des Analgetikabedarfs war mit 4,0 Wochen in der progressiven versus 5,5 Wochen postoperativ in der konservativen Nachbehandlungsgruppe kein Gruppenunterschied detektierbar ($p=0,256$; s. Abbildung 3.19). Patienten über 64 Jahren brauchten mit 0,15 versus 0,92 Schmerzmittel pro Tag durchschnittlich deutlich weniger Analgetika ($p=0,005$) und setzten diese deutlich früher ab als jüngere Patienten (2,2 Wochen versus 5,4 Wochen postoperativ; $p=0,002$).



3.19 Durchschnittliche Schmerzmitteleinnahme postoperativ nach Alter und Nachbehandlungsmodell im Vergleich zum Gesamtkollektiv. Darstellung der Mittelwerte +/- 1 SD

Die emotionale Belastung nach der Operation war besonders in den ersten zwei Monaten ausgeprägt, in denen 31 von 57 (54,4%) Patienten die Belastung als ziemlich oder sehr einstuften (siehe Abbildung 3.20). Interessanterweise zeigten konservativ nachbehandelte Patienten besonders in den ersten zwei Monaten eine emotionale Belastung (63,0% fühlten sich ziemlich oder sehr belastet im Vergleich zu 46,7% der

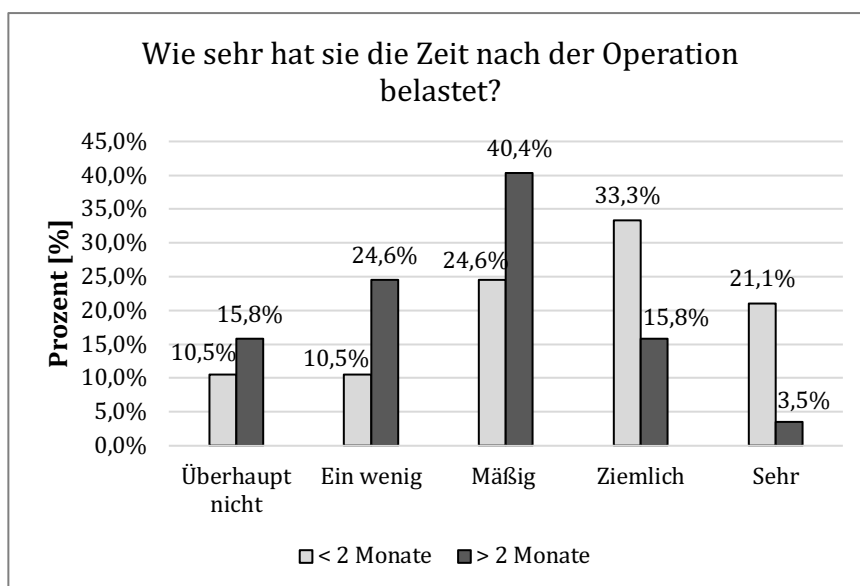


Abbildung 3.20 Beurteilung der Patienten im Gesamtkollektiv hinsichtlich der emotionalen Belastung nach der Operation (n=57)

progressiven Nachbehandlungsgruppe). Nach den ersten zwei Monaten fühlten sich noch 16,7% der progressiven und 22,2% der konservativen Nachbehandlungsgruppe "ziemlich" oder "sehr" belastet (Abbildung 3.21).

Es zeigte sich jedoch kein signifikanter Unterschied der emotionalen Belastung zwischen den Nachbehandlungsgruppen.

Im Gegensatz dazu hatten Frauen in den ersten Monaten kaum signifikante Unterschiede zu den männlichen Patienten zu verzeichnen (61,1% versus 51,3% fühlen sich "ziemlich" oder "sehr" belastet). In der darauffolgenden Zeit allerdings gaben Frauen eine deutlich höhere emotionale Belastung mit 44,4% versus 7,7% an (siehe Abbildung 3.22; $p=0,018$).

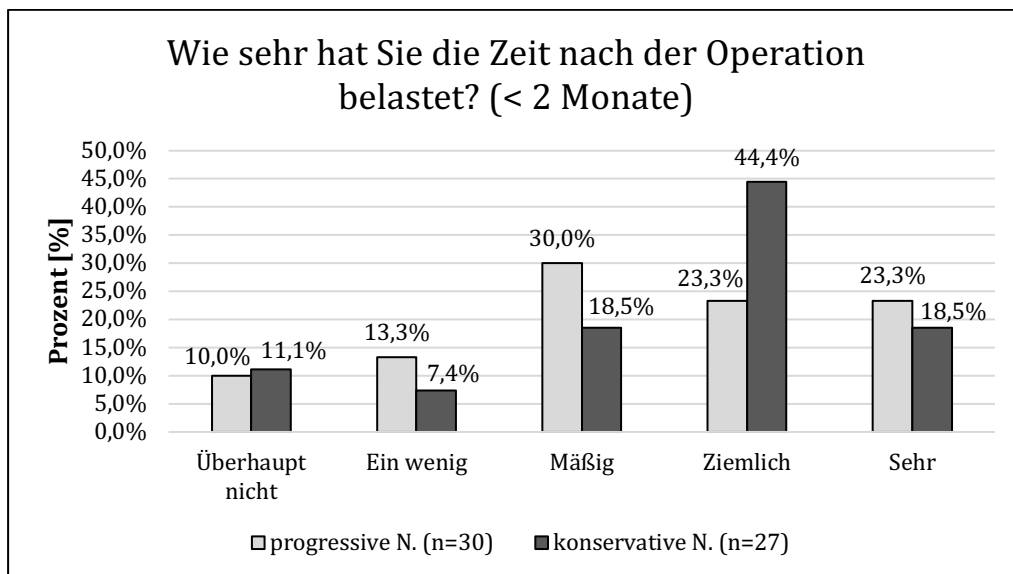


Abbildung 3.21 Emotionale Belastung innerhalb der ersten 2 Monate nach Nachbehandlung (N.) (n=57)

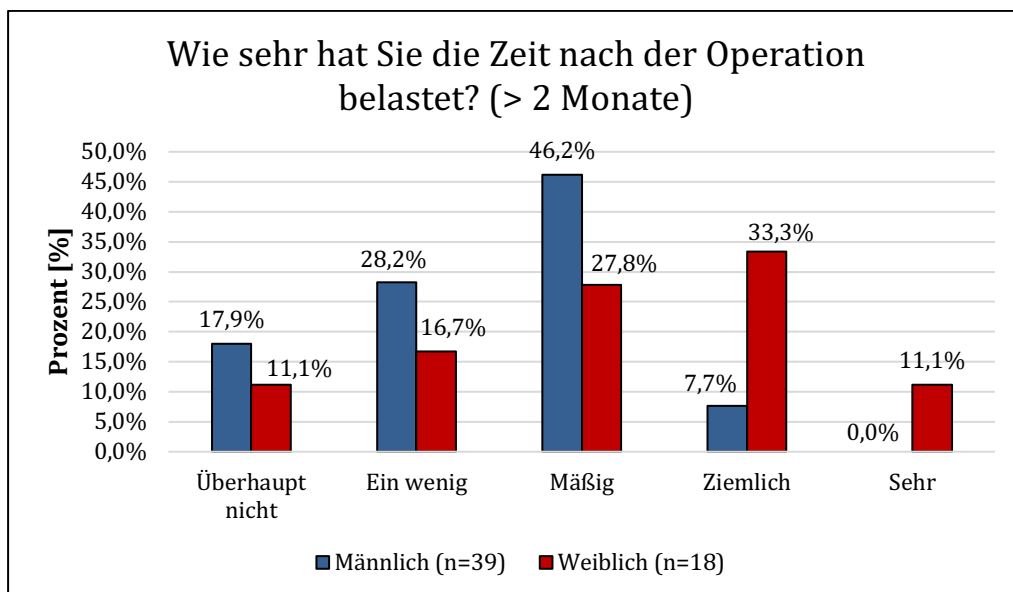


Abbildung 3.22 Emotionale Belastung nach 2 Monaten nach Geschlecht (n=57)

Im Durchschnitt zeigte sich eine gute Adhärenz der Patienten. Der Gilchrist-Verband wurde durchschnittlich 21,1 Stunden pro Tag in der Befragung 3 Wochen postoperativ

und durchschnittlich 18,2 Stunden pro Tag sechs Wochen postoperativ getragen (n=56). Im konservativen Nachbehandlungsmodell waren es 19,4 versus 17,1 Stunden im progressiven Nachbehandlungsmodell ($p=0,207$). Frauen zeigten hier mit 20,9 versus 17,0 Stunden pro Tag eine deutlich bessere Adhärenz als Männer ($p=0,016$). Bei 2 *Missings* trugen 90,9% die Schlinge mindestens zehn Stunden pro Tag in den ersten sechs Wochen. 47 von 57 Patienten (82,5%) trugen den Gilchrist-Verband konsequent auch nachts.

In der Selbstevaluation der Patienten drei Wochen postoperativ gaben 82,1% der Patienten an, den Anweisungen des Physiotherapeuten in Bezug auf die angeordneten Verhaltensweisen im Alltag sowie Eigenübungen mindestens meistens zu befolgen (n=56). Sechs Wochen postoperativ waren es 89,5% (n=57). Eigenübungen wurden sehr häufig durchgeführt: Sechs Wochen postoperativ übten 54 von 56 Patienten (96,2%) mindestens zwei Mal pro Tag eigenständig (siehe Abbildung 3.23). 87,0% der Patienten führten regelmäßig Pendelübungen durch (n=54).

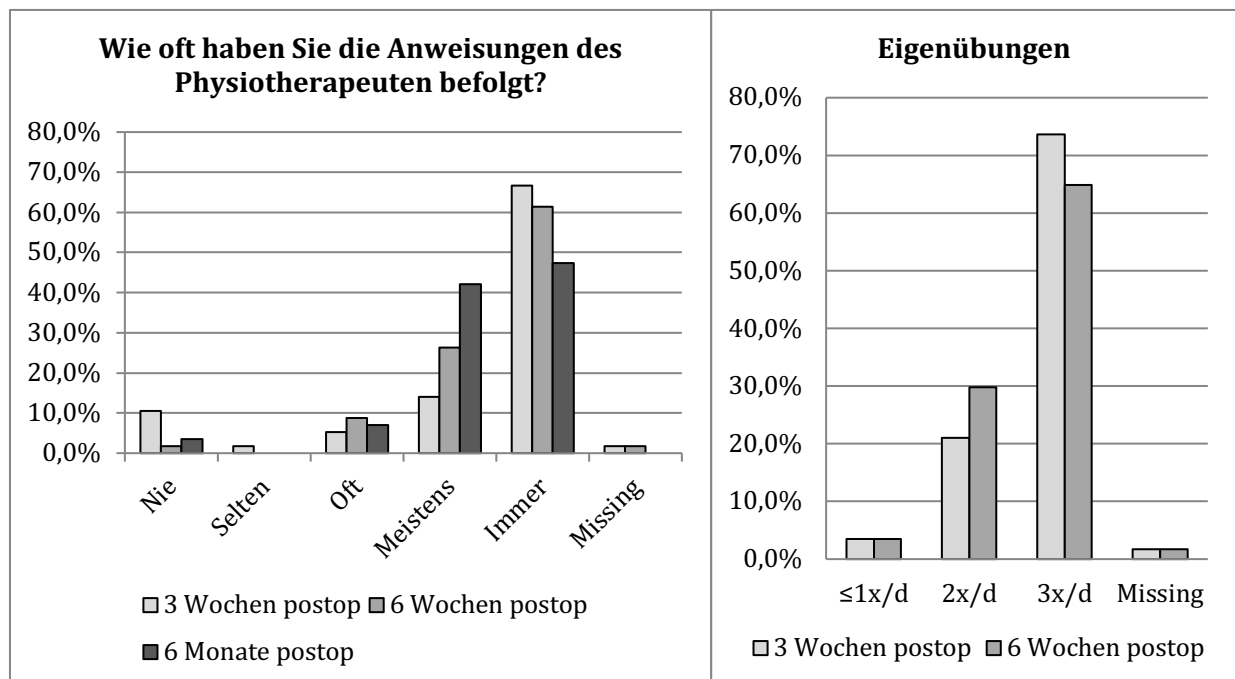


Abbildung 3.23 Adhärenz und Durchführung von Eigenübungen im postoperativen Verlauf im Gesamtkollektiv

Bei 2 *Missings* hatten 55 Patienten durchschnittlich 5,2 Monate postoperativ Physiotherapiebehandlung. Der Bedarf von physiotherapeutischer Betreuung war im Durchschnitt 5,1 Monate in der progressiven und 5,3 Monate in der konservativen Nachbehandlungsgruppe ohne signifikanten Unterschied ($p=0,564$). Frauen hatten mit

5,7 Monaten eine deutlich längere physiotherapeutische Behandlung als Männer mit 4,9 Monaten ($p=0,007$). Bei 14 *Missings* gaben 43 Patienten an, im Mittel 2,1 Behandlungen pro Woche in Anspruch zu nehmen. Dabei waren durchschnittlich 2,2 Physiotherapieeinheiten pro Woche in der progressiven ($n=24$) versus 2,0 in der konservativen Nachbehandlungsgruppe ($n= 19$; $p=0,150$) zu verzeichnen.

Insgesamt wurden im Durchschnitt 37 physiotherapeutische Einheiten benötigt ($n=57$). Die insgesamt benötigten Physiotherapieeinheiten beliefen sich auf durchschnittlich 36,8 in der progressiven und 36,3 in der konservativen Nachbehandlungsgruppe ($p=0,891$). Um auf das Funktionsniveau 6 Monate postoperativ zu gelangen, waren durchschnittlich 20,3 Wochen nötig ($n=53$), in der progressiven Nachbehandlungsgruppe waren es 20,1 Wochen, in der konservativen Nachbehandlungsgruppe 20,5 Wochen ($p=0,712$)

Von 56 Patienten fühlten sich fast alle "nicht", oder "eher nicht" von der physiotherapeutischen Nachbehandlung überfordert (92,9% sechs Monate postoperativ). Sechs Monate postoperativ hatten 5,4% der Patienten das Gefühl "zu viel" oder "eher zu viel" Physiotherapie zu erhalten während 26,8% das Gefühl hatten sie hätten "zu wenig" oder "eher zu wenig" Physiotherapiebehandlung.

3.8 Klinik

3.8.1 Bewegungsausmaße

Eine Arthrofibrose im Sinne von Parsons et al. (2010) wurde sechs Monate postoperativ bei keinem Patienten nachgewiesen (Definition siehe Tab. 1.1). Lediglich ein Patient zeigte eine Flexion $<100^\circ$ und erfüllte alle Kriterien bis auf die limitierte Außenrotation von $<35^\circ$. Dieser 50-jährige männliche Patient war Teil der progressiven Nachbehandlung.

Von präoperativ auf sechs Monate postoperativ verbesserten sich im gesamten Kollektiv die aktive und passive Extension, die aktive und passive Adduktion sowie die aktive Abduktion signifikant (siehe Tabelle 3.11). Die aktive Außenrotation verschlechterte sich von $47,4^\circ$ auf $43,1^\circ$ ($p=0,033$) und passiv von $48,4^\circ$ auf $44,5^\circ$ ($p=0,042$, siehe auch Abbildung 3.24). Außerdem zeigten die aktive und passive Flexion, Innenrotation sowie hohe Außenrotation in keiner Subgruppe

(Nachbehandlung/Geschlecht/Alter) eine signifikante Veränderung von präoperativ auf sechs Monate postoperativ. Weiterhin verschlechterten sich alle Subgruppen ausnahmslos bis zur Visite sechs Wochen postoperativ in der gesamten passiven Beweglichkeit, im Verlauf verbesserten sich jedoch alle wieder signifikant.

Tabelle 3.11 Beweglichkeit des Gesamtkollektivs von präoperativ auf 6 Monate postoperativ

	Messzeitpunkt	Mittelwert [°]	N	SD	p-Wert
Extension aktiv	Präoperativ	44,4	57	10,6	0,010
	6 Monate postop	48,5	57	7,8	
Extension passiv	Präoperativ	45,3	57	10,4	<0,001
	6 Monate postop	50,7	57	7,4	
Flexion aktiv	Präoperativ	125,6	57	33,1	0,390
	6 Monate postop	128,8	57	19,7	
Flexion passiv	Präoperativ	136,5	57	26,2	0,872
	6 Monate postop	136,0	57	19,1	
Ex/Flex aktiv	Präoperativ	170,0	57	38,6	0,098
	6 Monate postop	177,4	57	22,2	
Ex/Flex passiv	Präoperativ	181,8	57	32,4	0,235
	6 Monate postop	186,7	57	21,9	
Adduktion aktiv	Präoperativ	28,1	57	10,6	0,002
	6 Monate postop	33,4	57	7,8	
Adduktion passiv	Präoperativ	31,5	57	10,5	0,001
	6 Monate postop	37,5	57	9,0	
Abduktion aktiv	Präoperativ	106,5	57	41,9	0,017
	6 Monate postop	121,4	57	33,0	
Abduktion passiv	Präoperativ	134,4	55	38,6	0,516
	6 Monate postop	138,3	55	29,2	
Abd/Add aktiv	Präoperativ	134,5	57	45,6	0,005
	6 Monate postop	154,8	57	37,3	
Abd/Add passiv	Präoperativ	165,7	55	44,1	0,145
	6 Monate postop	175,9	55	35,1	
IRO aktiv	Präoperativ	87,1	57	8,3	0,940
	6 Monate postop	87,0	57	7,0	
IRO passiv	Präoperativ	87,3	57	8,2	0,943
	6 Monate postop	87,4	57	7,0	
ARO aktiv	Präoperativ	47,4	57	13,9	0,033
	6 Monate postop	43,1	57	11,6	
ARO passiv	Präoperativ	48,4	57	12,5	0,042
	6 Monate postop	44,5	57	11,4	
Hohe ARO aktiv	Präoperativ	70,7	51	25,2	0,473
	6 Monate postop	68,0	51	18,9	
Hohe ARO passiv	Präoperativ	71,7	51	25,5	0,519
	6 Monate postop	69,2	51	18,6	

Eine Übersicht über die Beweglichkeit im postoperativen Verlauf des gesamten Patientenkollektivs geben die Abbildungen 3.24 und 3.25. Die Beweglichkeit nach Nachbehandlungskonzept sechs Monate postoperativ zeigt Tabelle 3.12.

Tabelle 3.12 Bewegungsausmaß 6 Monate postoperativ nach Nachbehandlungsprotokoll

	Nachbehandlungsprotokoll	N	Mittelwert [°]	SD	p-Wert
Extension aktiv	Progressiv	30	48,3	6,9	0,780
	Konservativ	27	48,9	8,8	
Extension passiv	Progressiv	30	49,8	6,3	0,297
	Konservativ	27	51,8	8,6	
Flexion aktiv	Progressiv	30	127,0	20,4	0,466
	Konservativ	27	130,9	19,1	
Flexion passiv	Progressiv	30	134,4	19,8	0,518
	Konservativ	27	137,7	18,4	
Extension/Flexion aktiv	Progressiv	30	175,3	24,0	0,456
	Konservativ	27	179,7	20,2	
Extension/Flexion passiv	Progressiv	30	184,1	22,2	0,358
	Konservativ	27	189,5	21,5	
Adduktion aktiv	Progressiv	30	32,5	8,4	0,365
	Konservativ	27	34,4	7,2	
Adduktion passiv	Progressiv	30	37,3	9,0	0,855
	Konservativ	27	37,8	9,3	
Abduktion aktiv	Progressiv	30	117,3	33,4	0,319
	Konservativ	27	126,1	32,6	
Abduktion passiv	Progressiv	30	134,8	30,2	0,464
	Konservativ	27	140,6	28,4	
Abduktion/Adduktion aktiv	Progressiv	30	149,7	37,8	0,283
	Konservativ	27	160,4	36,7	
Abduktion/Adduktion passiv	Progressiv	30	172,1	35,8	0,508
	Konservativ	27	178,3	34,3	
Innenrotation aktiv	Progressiv	30	86,7	6,9	0,694
	Konservativ	27	87,4	7,3	
Innenrotation passiv	Progressiv	30	87,0	7,0	0,680
	Konservativ	27	87,8	7,1	
Außenrotation aktiv (In Neutralnull)	Progressiv	30	46,2	10,7	0,031
	Konservativ	27	39,7	11,8	
Außenrotation passiv (In Neutralnull)	Progressiv	30	46,7	10,2	0,128
	Konservativ	27	42,1	12,3	
Hohe Außenrotation (In 90° Abduktion) aktiv	Progressiv	30	65,2	20,8	0,307
	Konservativ	27	70,2	15,2	
Hohe Außenrotation (In 90° Abduktion) passiv	Progressiv	30	65,8	20,9	0,227
	Konservativ	27	71,7	14,1	

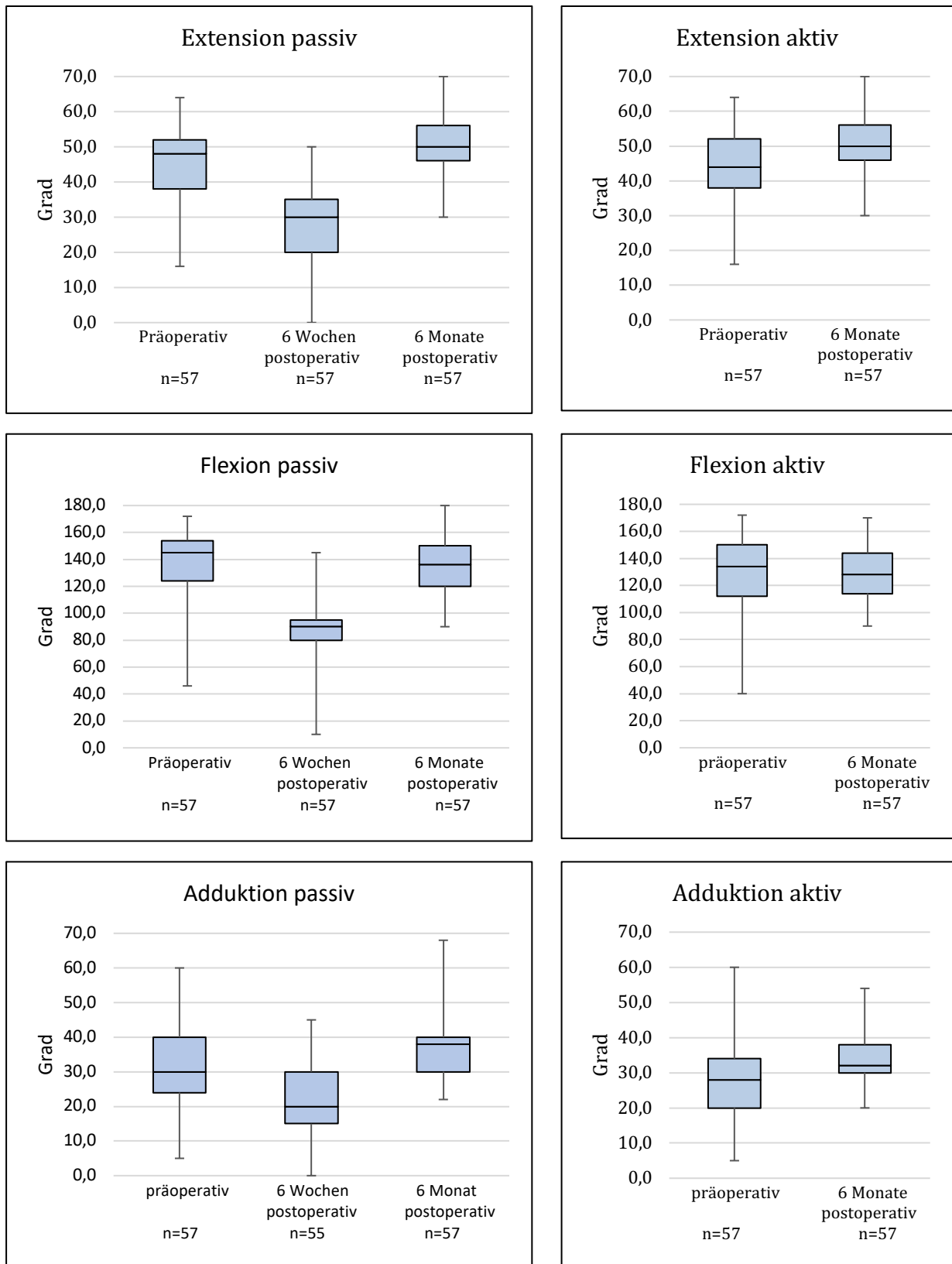


Abbildung 3.24 Entwicklung der Beweglichkeit in der gesamten Studienpopulation im Verlauf (Teil 1)

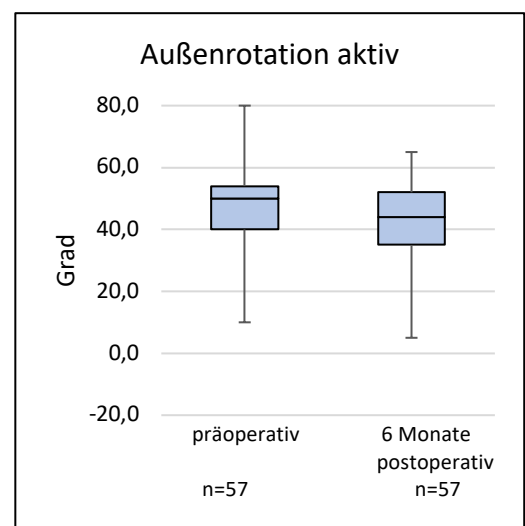
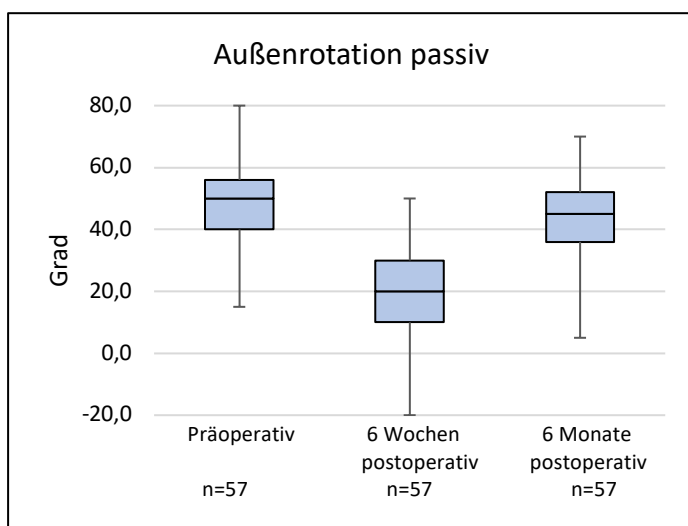
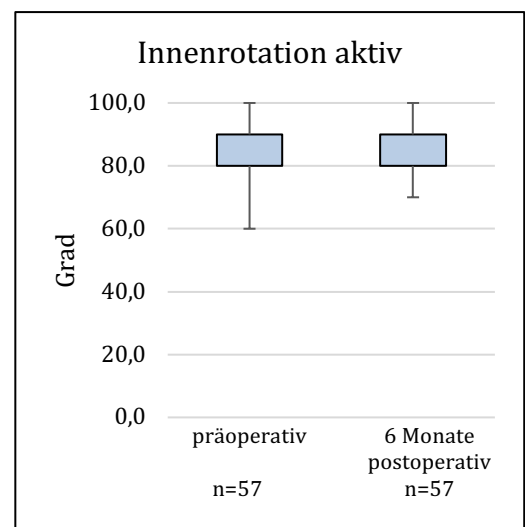
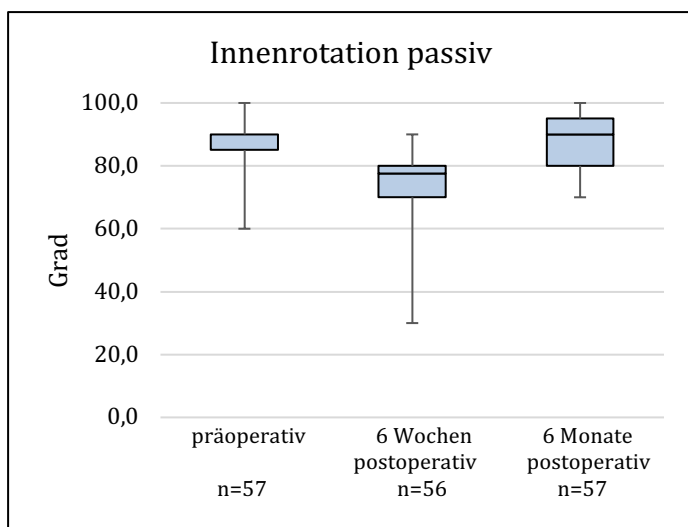
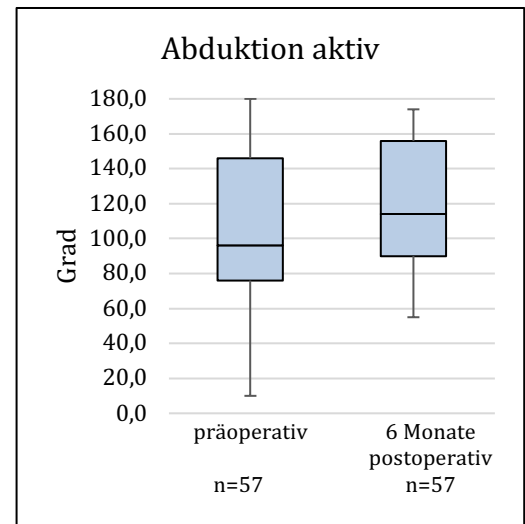
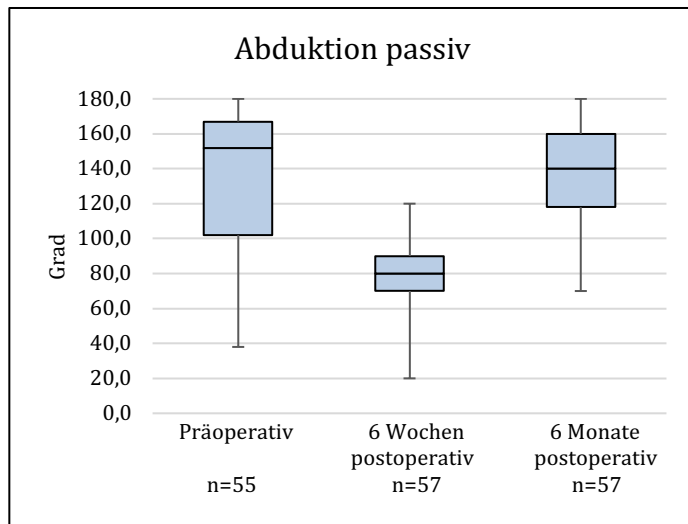


Abbildung 3.24 Entwicklung der Beweglichkeit in der gesamten Studienpopulation im Verlauf (Teil 2)

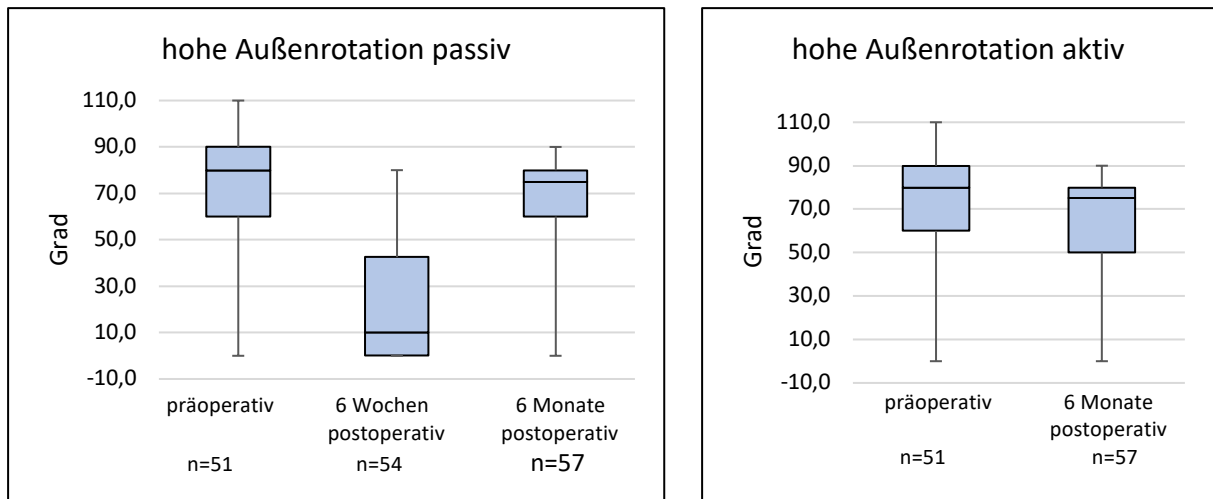


Abbildung 3.25 Hohe Außenrotation der gesamten Studienpopulation im Verlauf

In den Subgruppenanalysen zeigte sich, dass Patienten in der konservativen Nachbehandlungsgruppe 6 Wochen postoperativ in der passiven Abduktion signifikant schlechter waren als die progressive Nachbehandlungsgruppe (68,7° versus 81,7°; $p=0,017$; s. Abbildung 3.26). Die passive Flexion zeigte mit 81,3° in der konservativen Gruppe versus 91,7° keinen signifikanten Unterschied ($p=0,103$). Auch die passive Außenrotation unterschied sich nicht signifikant (16,1° versus 19,8°; $p=0,403$).

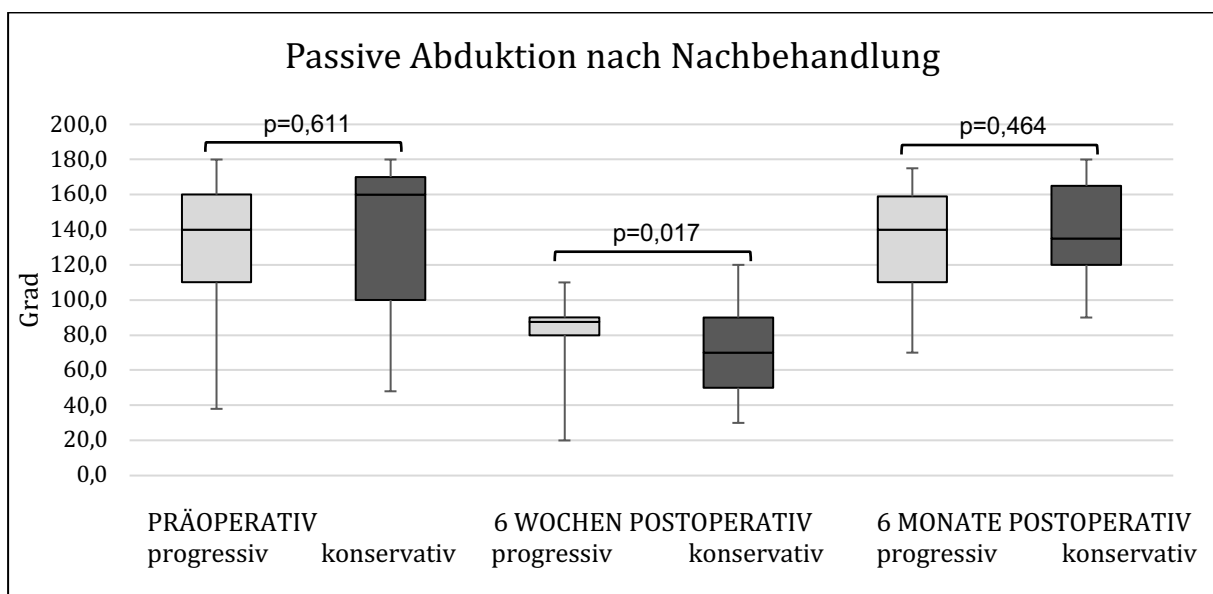


Abbildung 3.26 Passive Abduktion nach Nachbehandlungsprotokoll im zeitlichen Verlauf

Sechs Monate postoperativ konnte die progressive Nachbehandlungsgruppe besser aktiv außenrotieren (46,2° versus 39,7°; $p=0,031$). Die progressive

Nachbehandlungsgruppe zeigte von präoperativ auf 6 Monate postoperativ keine Bewegungseinbußen ($46,6^\circ$ auf $46,2^\circ$; $p=0,888$), während sich die konservative Nachbehandlungsgruppe deutlich um durchschnittlich $8,6^\circ$ von $48,3^\circ$ auf $39,7^\circ$ verschlechterten ($p=0,002$). In allen anderen Bewegungsrichtungen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Das Außenrotationsdefizit hinsichtlich der Nachbehandlung ist in Abbildung 3.27 dargestellt.

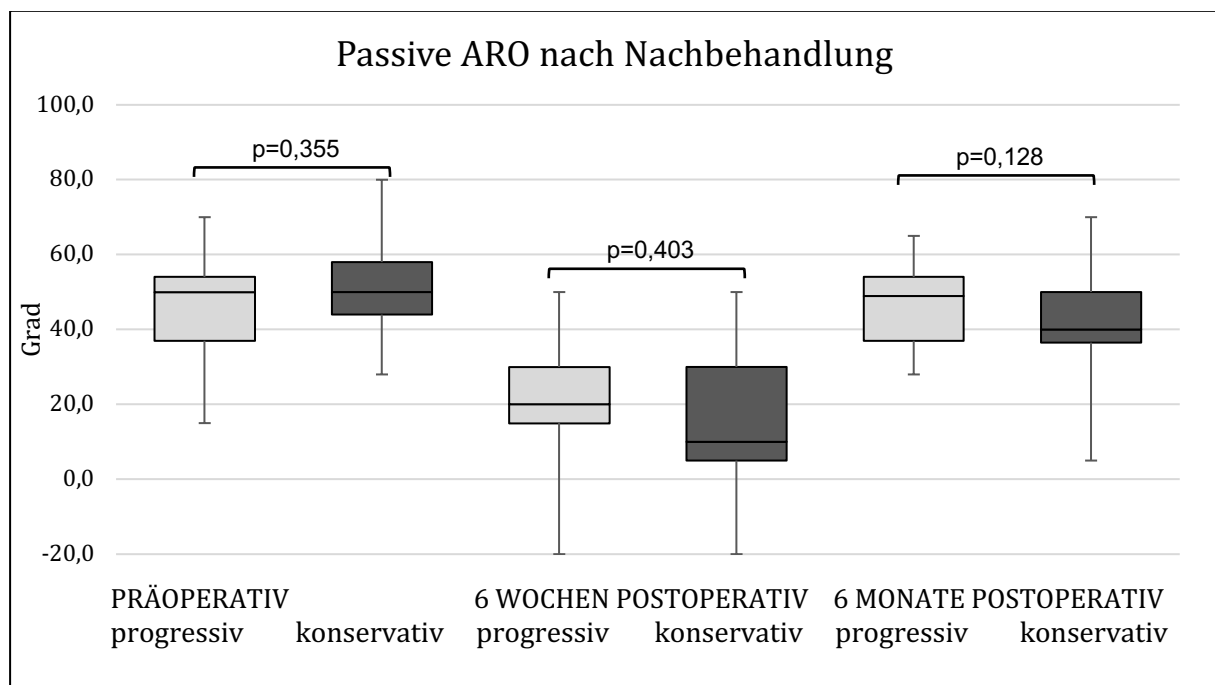
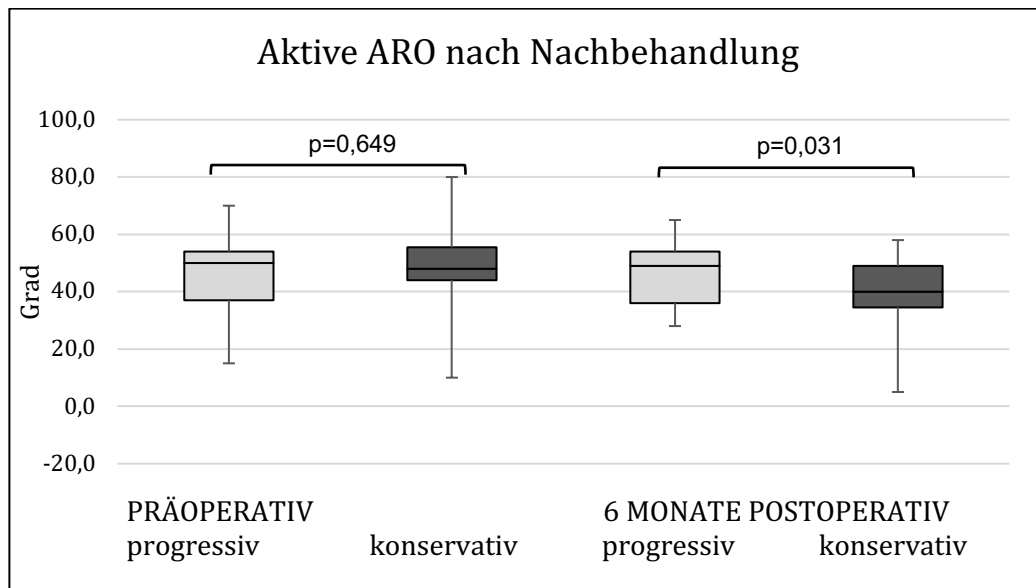


Abbildung 3.27 Aktive und passive Außenrotation nach Nachbehandlungsmodell im zeitlichen Verlauf

Ferner verbesserte sich die passive Extension signifikant von präoperativ auf 6 Monate postoperativ sowohl in der progressiven Nachbehandlungsgruppe (45,3° auf 49,7°; $p=0,048$) als auch in der konservativen Gruppe (45,2° auf 51,8°; $p=0,002$).

In der Analyse nach Geschlecht zeigte sich präoperativ kein signifikanter Unterschied in der Beweglichkeit, sechs Wochen postoperativ waren jedoch die Männer in der passiven Adduktion besser als Frauen (23,9° versus 16,3°; $p=0,011$). In den weiteren Bewegungsrichtungen sowie der Auswertung sechs Monate postoperativ fanden sich keine signifikanten Unterschiede. Im Bereich der Außenrotation zeigten sich keine signifikanten gruppenspezifischen Unterschiede.

Hinsichtlich des Alters zeigte sich die passive Beweglichkeit sechs Wochen postoperativ bei den älteren Patienten (≥ 65 Jahre) besser, besonders in der Flexion (100,0° vs. 82,8°; $p=0,022$) und der hohen Außenrotation (42,3° vs. 15,1°; $p=0,012$). Sechs Monate postoperativ war kein signifikanter Gruppenunterschied messbar. Jüngere Patienten zeigten jedoch einen signifikanten aktiven Außenrotationsverlust von präoperativ auf sechs Monate postoperativ (47,8° auf 43,2°; $p=0,039$) im Vergleich zu der älteren Studienpopulation (46,1° auf 43,0°; $p=0,512$). In der Subgruppenanalyse nach Nachbehandlung und Alter zeigten besonders die Patienten mit progressiver Nachbehandlung einen weniger ausgeprägten Verlust der Beweglichkeit 6 Wochen postoperativ (s. Tabelle 3.13). Jedoch auch in der konservativen Nachbehandlung hatten ältere Patienten numerisch einen geringen Bewegungsverlust, dies war jedoch nicht signifikant.

Tabelle 3.13 Beweglichkeit 6 Wochen postoperativ in der Subgruppenanalyse nach Nachbehandlung und Alter

	Nachbehandlung	Alter [Jahre]	N	Mittelwert [°]	Abnahme der Beweglichkeit im Vergleich zu präoperativ [°]	SD •	p-Wert †
Extension passiv	Progressiv	<65	23	27,7	17,2	9,3	0,081
		≥ 65	7	35,7	11,1	11,2	
	Konservativ	<65	21	28,8	17,5	9,2	0,332
		≥ 65	6	26,5	14,8	5,3	
Flexion passiv	Progressiv	<65	23	87,0	48,5	18,6	0,036
		≥ 65	7	107,1	26,3	20,7	
	Konservativ	<65	21	78,3	63,1	25,0	0,378
		≥ 65	6	91,7	35,7	24,1	
Adduktion passiv	Progressiv	<65	23	20,0	9,7	11,0	0,300
		≥ 65	7	25,0	6,7	4,6	
	Konservativ	<65	21	22,0	11,0	9,8	0,944
		≥ 65	6	23,0	10,2	10,8	
Abduktion passiv	Progressiv	<65	23	80,0	49,5	17,8	0,164
		≥ 65	7	87,1	52,1	7,5	
	Konservativ	<65	21	70,5	73,9	17,5	0,316
		≥ 65	6	62,5	50,8	31,9	
Innenrotation passiv	Progressiv	<65	22	72,3	15,3	10,1	0,005
		≥ 65	7	85,0	-0,7	7,1	
	Konservativ	<65	21	74,8	13,8	13,0	0,304
		≥ 65	6	72,5	12,5	8,0	
Außenrotation passiv	Progressiv	<65	23	17,1	28,9	16,4	0,173
		≥ 65	7	28,6	21,6	13,0	
	Konservativ	<65	21	14,8	35,8	14,3	0,723
		≥ 65	6	20,8	27,5	20,1	
Hohe Außenrotation passiv	Progressiv	<65	23	19,3	44,5	18,6	0,003*
		≥ 65	6	52,5	35,0	16,0	
	Konservativ	<65	20	10,3	65,6	19,3	0,119
		≥ 65	5	30,0	40,8	33,5	

†P-Wert für Ergebnis 6 Wochen postoperativ im Mann-Whitney-U-Test; •Standardabweichung 6 Wochen postoperativ; * Hohe ARO schon präoperativ signifikant besser bei älteren Patienten (p=0.035)

Die passive Außenrotation zeigte insgesamt in allen Subgruppen Bewegungseinbußen von 48,4° auf 44,5° (p=0,042) mit Ausnahme der progressiven Nachbehandlungsgruppe (47,0° auf 46,7°; p=0,930).

Innerhalb der Nachbehandlungsgruppen zeigten sich im zeitlichen Verlauf keine Nachteile für Frauen oder ältere Patienten. Dies könnte jedoch darauf beruhen, dass

Frauen mit einem besseren Ausgangswert starteten als Männer, auch wenn dies nicht signifikant war (Aktive Außenrotation Frauen/Männer 51,0°/45,8° p=0,192, passive Außenrotation Frauen/Männer 51,0°/47,3° p=0,299).

In Bezug auf die Retraktion nach Patte I versus Patte II profitierten Patienten mit Patte I im konservativen Nachbehandlungsmodell sechs Monate postoperativ in der passiven Kombinationsbewegung Ex/Flex mit 182,1° versus 197,5° (p=0,046), der aktiven Adduktion (30,9° versus 38,2°; p=0,006) und der passiven Adduktion (34,1° versus 41,7°; p= 0,045) bei präoperativ nicht signifikantem Unterschied.

3.8.2 Kraftmessung mittels Isobex 2.0

Die Kraft in der Schulter wurde präoperativ und sechs Monate postoperativ jeweils zwei Mal gemessen. Der Mittelwert wurde auf eine ganze Kilogrammzahl gerundet. Die Abbildungen 3.28 und 3.29 zeigen eine Übersicht der Kraftentwicklung der Gesamtpopulation. Der präoperative Bezugswert der Gesamtanzahl ist hier n=56.

Die Extensionskraft verbesserte sich von durchschnittlich 4,26kg auf 5,45kg (p<0,001), die Flexionskraft von durchschnittlich 3,22kg auf 4,31kg (p<0,001) und die Adduktion von durchschnittlich 4,08kg auf 5,05kg (p<0,001). Die Außenrotationskraft stieg von 3,24kg auf 4,27kg (p<0,001), die Innenrotationskraft von durchschnittlich 4,65kg auf 5,60kg (p=0,001). Nur die Abduktionskraft zeigte keine signifikanten Veränderungen im Verlauf mit 1,97kg versus 2,11kg (p=0,492).

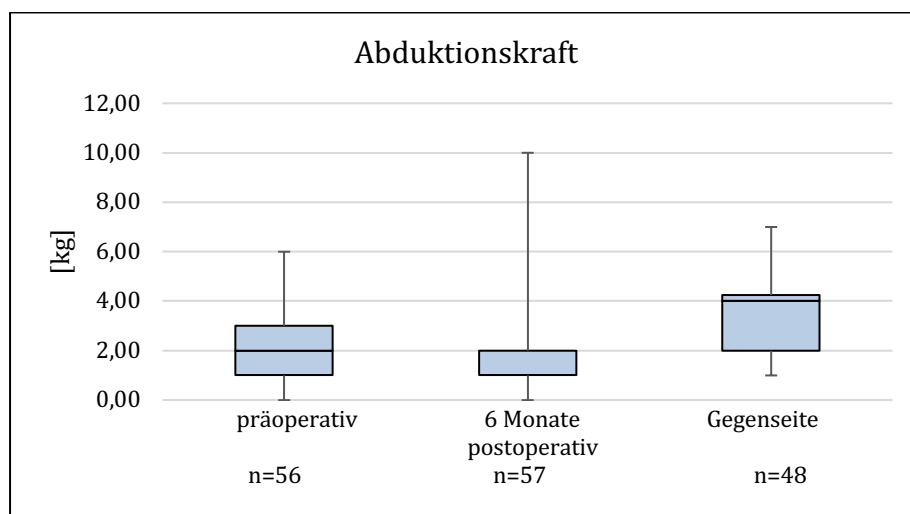


Abbildung 3.28 Kraftentwicklung der Gesamtpopulation in der Abduktion mit Vergleich zur Gegenseite

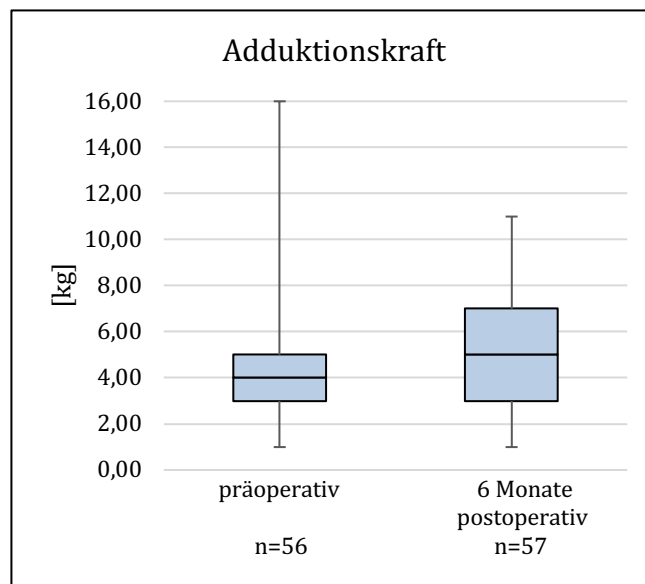
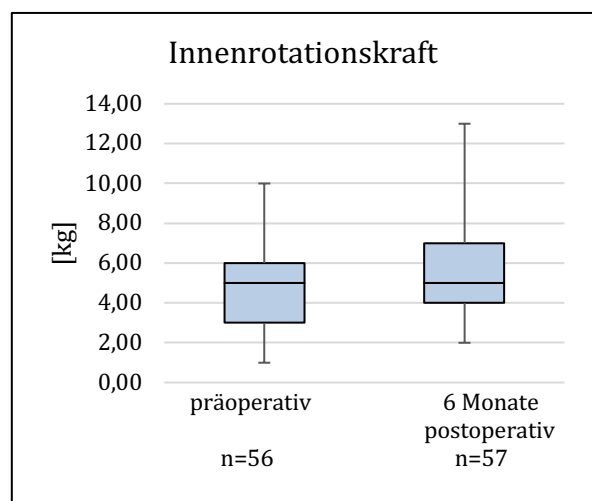
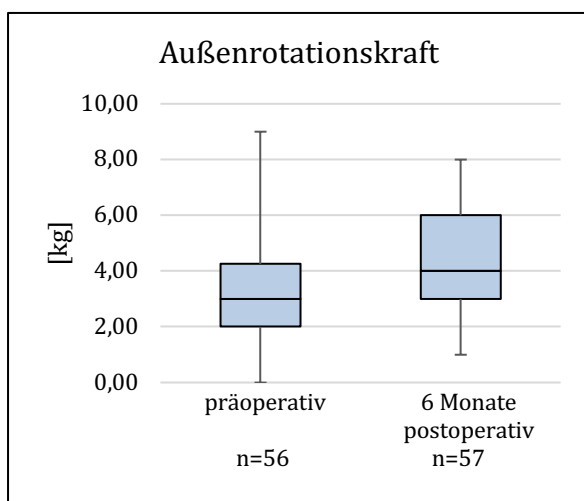
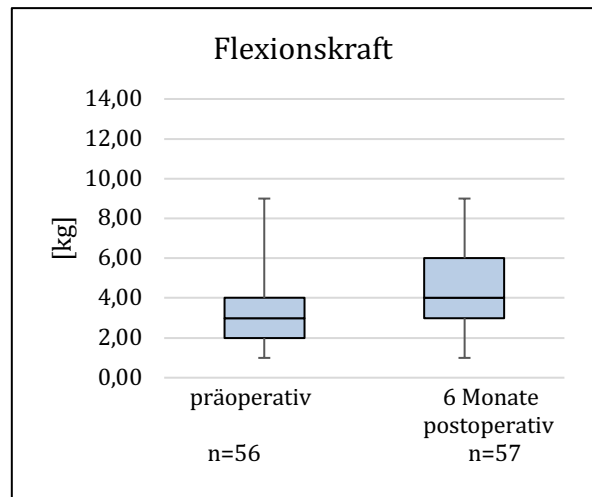
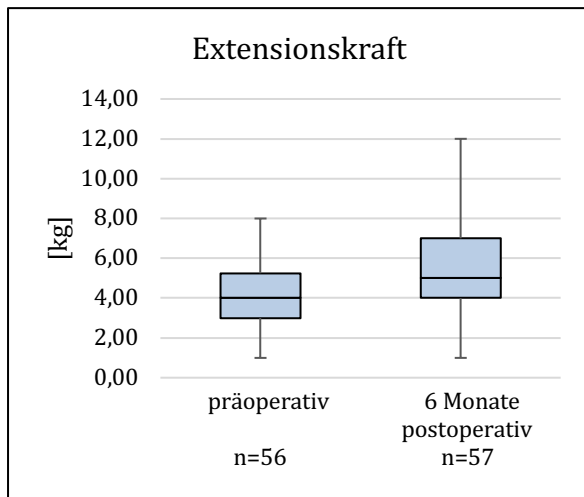


Abbildung 3.29 Kraftentwicklung der Gesamtpopulation im Verlauf. Darstellung mit Mittelwert und Standardabweichung

Sechs Monate postoperativ waren keine signifikanten Differenzen der Kraft in den unterschiedlichen Nachbehandlungsgruppen und der Analyse nach Alter zu sehen (siehe Tabelle 3.14 und 3.15).

Tabelle 3.14 Kraft 6 Monate postoperativ nach Nachbehandlungsprotokoll

	Nachbehandlung	N	Mittelwert [kg]	SD	p-Wert
Kraft Extension	Progressiv	30	5,72	2,11	0,247
	Konservativ	27	5,06	2,18	
Kraft Flexion	Progressiv	30	4,42	1,63	0,505
	Konservativ	27	4,13	1,63	
Kraft Adduktion	Progressiv	30	5,01	1,95	0,999
	Konservativ	27	5,01	2,30	
Kraft Abduktion	Progressiv	30	2,13	1,78	0,850
	Konservativ	27	2,06	0,81	
Kraft Außenrotation	Progressiv	30	4,50	1,54	0,208
	Konservativ	27	3,95	1,68	
Kraft Innenrotation	Progressiv	30	5,92	2,19	0,195
	Konservativ	27	5,14	2,33	

Tabelle 3.15 Kraft 6 Monate postoperativ nach Alter

	Alter der Patienten	N	Mittelwert [kg]	SD	p-Wert
Kraft Extension	>=65 Jahre	13	5,85	2,76	0,406
	=< 64 Jahre	44	5,28	1,95	
Kraft Flexion	>=65 Jahre	13	4,60	1,50	0,430
	=< 64 Jahre	44	4,19	1,66	
Kraft Adduktion	>=65 Jahre	13	5,05	2,15	0,925
	=< 64 Jahre	44	4,99	2,11	
Kraft Abduktion	>=65 Jahre	13	1,83	1,10	0,438
	=< 64 Jahre	44	2,18	1,47	
Kraft Außenrotation	>=65 Jahre	13	4,38	1,69	0,730
	=< 64 Jahre	44	4,20	1,61	
Kraft Innenrotation	>=65 Jahre	13	5,94	1,91	0,485
	=< 64 Jahre	44	5,44	2,38	

In der Subgruppenanalyse nach Geschlecht ergab sich sowohl präoperativ als auch sechs Monate postoperativ eine deutliche Überlegenheit der männlichen Patienten in Bezug auf die Kraft in alle untersuchten Richtungen. Es verbesserten sich jedoch sowohl Männer als auch Frauen von präoperativ auf 6 Monate postoperativ mit einem signifikanten Kraftzuwachs in allen Richtungen bis auf die Abduktion (siehe Tabelle 3.16).

Tabelle 3.16 Veränderung der Kraft von präoperativ auf 6 Monate postoperativ nach Geschlecht

	Geschlecht	Messzeitpunkt	N	Mittelwert [kg]	SD	p-Wert
Kraft Extension	Frauen	Präoperativ	17	2,98	1,06	0,011
		6 Monate postop	17	3,75	1,33	
	Männer	Präoperativ	39	4,81	1,77	<0,001
		6 Monate postop	39	6,19	2,00	
Kraft Flexion	Frauen	Präoperativ	17	2,04	0,73	0,008
		6 Monate postop	17	2,89	0,89	
	Männer	Präoperativ	39	3,73	2,02	0,001
		6 Monate postop	39	4,93	1,47	
Kraft Adduktion	Frauen	Präoperativ	17	2,56	0,92	0,009
		6 Monate postop	17	3,24	1,13	
	Männer	Präoperativ	39	4,74	2,50	0,001
		6 Monate postop	39	5,84	1,92	
Kraft Abduktion	Frauen	Präoperativ	17	1,21	0,71	0,204
		6 Monate postop	17	1,52	0,48	
	Männer	Präoperativ	39	2,29	1,77	0,803
		6 Monate postop	39	2,36	1,59	
Kraft ARO	Frauen	Präoperativ	17	2,65	1,02	0,076
		6 Monate postop	17	3,24	1,25	
	Männer	Präoperativ	39	3,50	1,95	<0,001
		6 Monate postop	39	4,71	1,57	
Kraft IRO	Frauen	Präoperativ	17	2,86	1,26	0,069
		6 Monate postop	17	3,66	1,47	
	Männer	Präoperativ	39	5,43	2,11	0,006
		6 Monate postop	39	6,44	2,03	

3.9 Labor

Der präoperative HbA1c-Wert betrug im erhobenen Durchschnitt 5,7% (SD +/- 0,6; n=55). 3 von 55 Patienten hatten einen HbA1c-Wert über 6,5%. Von diesen 3 Patienten war bei einem Patienten kein Diabetes mellitus Typ II bisher unbekannt. Insgesamt hatten die bekannten vier Diabetiker einen HbA1c zwischen 6,0 % und 9,0%. Von den dokumentierten Laborwerten (n=46) zeigten 30,4% präoperativ einen erhöhten Rheumafaktor (>15 IU/ml). Von diesen 46 Patienten war bei keinem Patienten eine Rheumatoide Arthritis bekannt. Ein Nachweis des Oberflächenmarkers HLA-B27-Wert fand sich präoperativ bei 5,3% (n=52) Teilnehmern. Der Anti-CCP-Wert war bei keinem Patienten erhöht.

Das CRP war zwei Tage postoperativ im Durchschnitt von 0,20 (SD +/- 0,48) präoperativ auf durchschnittlich 9,10 (SD +/-4,29) erhöht. Im Gruppenvergleich konnte zwei Tage postoperativ kein signifikanter Unterschied bezüglich Alter, Nachbehandlung und Geschlecht festgestellt werden.

4. Diskussion

4.1 Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse

In dieser Studie wurde die Nichtunterlegenheit eines progressiven gegenüber einem konservativen Nachbehandlungsmodell nach operativer Rotatorenmanschettenrekonstruktion in Bezug auf Reruptur sowie klinisch funktionelle Ergebnisse und Patientenzufriedenheit untersucht. Es zeigte sich im Bereich der zwei verglichenen Nachbehandlungsverfahren kein signifikanter Unterschied im primären Endpunkt bezüglich der Reruptur sechs Monate postoperativ. Sechs Monate postoperativ war ebenfalls keine Arthrofibrose detektierbar. Bezüglich der sekundären Endpunkte war in der konservativen Nachbehandlungsgruppe sechs Monate postoperativ eine Einschränkung der aktiven Außenrotation zu beobachten. Das passagere Bewegungsdefizit in der passiven Abduktion sechs Wochen postoperativ in der konservativen Nachbehandlungsgruppe war sechs Monate postoperativ nicht mehr nachweisbar. Bezüglich der funktionellen Scores unterschieden sich die Nachbehandlungsgruppen jedoch nicht signifikant. Die Beschwerdesymptomatik, Schmerzen, Patientenzufriedenheit sowie Adhärenz und Bedarf an Physiotherapie unterschieden sich ebenfalls nicht zwischen den Nachbehandlungsgruppen. Als weiterer sekundärer Endpunkt zeigte sich eine deutliche Zunahme der Kraft in allen Bewegungsrichtungen bis auf die Abduktion von präoperativ auf sechs Monate postoperativ. Hier waren jedoch ebenfalls keine gruppenspezifischen Unterschiede bezüglich der Nachbehandlung zu sehen. Aufgrund der niedrigen Rerupturrate wurde auf die Korrelation von Patientenzufriedenheit und Reruptur bei geringer Fallzahl verzichtet.

Die meisten prospektiven Vergleichsstudien zur Nachbehandlung nach Rekonstruktion von Rupturen der Rotatorenmanschette gibt es nach arthroskopischer Rekonstruktion. Die Ergebnisse der Mini-Open-(MO) und der All-Arthroscopic-(AA) Rekonstruktion werden allerdings in der Literatur als äquivalent angesehen. Entsprechend erfolgt der Vergleich der Ergebnisse im Folgenden überwiegend mit Studien, bei denen die Versorgung der Ruptur arthroskopisch erfolgte (vergleiche

Abschnitt 1.2.2.1). Eine Übersicht über die prospektiven Vergleichsstudien bezüglich des Patientenkollektivs sowie der Nachbehandlungskonzepte kann im Anhang eingesehen werden (siehe Tabellen A1 und A2).

4.2 Hypothese I – Reruptur

Bei drei aufgetretenen Rerupturen sechs Monate postoperativ liegt die Rerupturrate dieser Studie bei 5,3% und damit im unteren Bereich der in der Literatur angegebenen Rerupturrate von 3% bis 52% (4, 27, 140, 141, 150, 165). Die niedrige Rerupturrate ist möglicherweise auf das kurze *Follow-Up* von nur 6 Monaten postoperativ zurückzuführen. In einigen Studien zeigte sich allerdings, dass die meisten Rerupturen innerhalb eines kritischen Zeitraumes in den ersten drei bis sechs Monaten auftreten (251, 252). Dabei konnten Kluger et al. in einem Langzeit-*Follow-Up* von 8 Jahren zeigen, dass 85% der Rerupturen innerhalb der ersten sechs Monate nachgewiesen werden konnten und die verbleibenden 15% danach traumatisch bedingt waren (252). Ianotti et al. zeigten im Gegensatz dazu in ihrer multizentrischen Studie an 113 Patienten eine Zunahme der Rerupturen mit Entwicklung eines Plateaus 12 Monate postoperativ (144). Daher ist die Analyse zwölf Monate postoperativ für einen abschließenden Vergleich der Ergebnisse abzuwarten.

Ein weiterer Grund für die niedrige Rerupturrate könnte an der Untersucherabhängigkeit bezüglich der Beurteilung des sonographischen Befundes liegen. Denn auch wenn bei Unklarheiten ein erfahrener Schulterchirurg den Befund mitbeurteilt, kann die Beurteilung einer voroperierten Schulter trotz guter Sensitivität und Spezifität im Vergleich zum MRT durch Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Artefakte sowie veränderter Binnenstruktur mit vermehrter Echogenität eingeschränkt sein (247, 253). Zum Beispiel kann eine Sehne, die zu medial fixiert wurde, nicht darstellbar sein (254). Der Konturverlauf, die Sehnendicke sowie die Echogenität sind im Gegensatz zur präoperativen Beurteilung der Rotatorenmanschette nicht mit einem schlechteren klinischen *Outcome* assoziiert. Dies legt nahe, dass die Diagnose einer postoperativen Partialruptur sehr schwer zu stellen ist (255).

Daher wurden in dieser Studie allein die sicher diagnostizierten vollständigen Rerupturen ausgewertet. Auffälligkeiten der Sehnenstruktur wurden notiert und als solche, jedoch nicht als Partialruptur, gewertet. Bei den 17 auffälligen Befunden (z.B. durch Ausdünnung der Supraspinatussehne) sechs Monate postoperativ zeigte sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der OP-Zeit, der Beschwerdedauer, des Geschlechts, der Nachbehandlung, des Alters sowie weiterer Faktoren. Da die Definition jedoch in der Literatur nicht einheitlich ist, fällt der Vergleich mit anderen Studien schwer.

Studien mit vergleichbaren Nachbehandlungsmodellen und einem Beginn der aktiv assistierten Übungen ab der sechsten postoperativen Woche hatten ähnlich niedrige Rerupturraten (6-23%) (5, 6, 10, 11). Fawzy et al. zeigten sogar im MRT niedrige Rerupturraten mit 3% in der konservativen und 11% in der progressiven Nachbehandlungsgruppe (4). Barth et al. fanden in ihrer Subgruppenanalyse bei Ein-Sehnen-Rupturen nach arthroskopischer RM-Refixation eine Rerupturrate von 6,8% im Ultraschall bei 6 Wochen passiver und anschließender aktiver Physiotherapie (256).

Studien, bei denen die aktiv assistierte Nachbehandlung (AAROM) ohne vorherige passive Übungen durchgeführt wurde oder bei denen die aktive Physiotherapie früher begann, zeigen tendenziell höhere Rerupturraten (15%-34%) (9, 10).

Kluger et al. zeigten eine ähnlich hohe Rerupturrate von 33% in MO-Technik bei einem Beginn der passiven ROM (*Range Of Motion*) direkt postoperativ und der aktiv assistierte ROM in der 4. Woche postoperativ (252). Trotz dieser Tendenz in der Literatur konnte diese Studie jedoch keinen signifikanten Unterschied der Rerupturrate zwischen progressiver und konservativer Nachbehandlung feststellen und bestätigt so den primären Endpunkt der Nicht-Unterlegenheit. Aufgrund der niedrigen Rerupturrate und der somit eingeschränkten *Power* sollten jedoch die Ergebnisse der 12-Monats-Analyse abgewartet werden.

4.3 Hypothese II – sekundäre Schultersteife und Bewegungsumfang

Es wurde keine postoperative Schultersteife nach Parsons et al. (siehe Tabelle 1.1) sechs Monate postoperativ nachgewiesen und kein Patient benötigte ein operatives Release. Keener et al. bestätigten in ihrer Studie an 124 Patienten, dass bis 30 Monate postoperativ kein Patient ein operatives Release benötigte (6). Weitere Vergleiche sind durch die unterschiedlichen Definitionen der Schultersteife jedoch schwer standardisiert beurteilbar (Definitionen siehe Tabelle 1.1).

In der Literatur zeigt sich eine Abnahme der postoperativen Schultersteife nach RM-Refixation im zeitlichen Verlauf von 23% sechs bis acht Wochen postoperativ auf 4% zwei Jahre postoperativ (30, 124, 125, 180) weshalb eine postoperative Schultersteife zunächst konservativ mittels Dehnen und intensiver Physiotherapie behandelt werden sollte (178).

Um diese Studie mit den anderen Studien besser vergleichen zu können werden die aktiven und passiven Bewegungsausmaße in unterschiedliche Bewegungsrichtungen nun im Literaturvergleich dargestellt.

Im Vergleich zu anderen Studien zeigte sich insgesamt eine reduzierte Beweglichkeit der gesamten Studienpopulation sowohl prä- als auch postoperativ mit einem geringeren Bewegungszuwachs beider Nachbehandlungsgruppen im Verlauf besonders in der Flexion und Abduktion (5, 10, 11). Ein erschwerender Faktor zur Vergleichbarkeit zwischen den prospektiven Studien stellt jedoch die oft fehlende Angabe dar, wie die Beweglichkeit gemessen wurde (sitzend, stehend, liegend) und ob diese aktiv oder passiv erfolgte (4, 5). Da die Beweglichkeit dieser Studie im Stehen gemessen wurde, könnten Studien mit Messungen im Liegen z.B. einen Vorteil in der Flexion haben (257).

4.3.2 Flexion

Wie Tabelle 4.1 darstellt, ist die Flexion im Vergleich zu anderen Studien deutlich geringer. Dies könnte von einer besseren präoperativen Ausgangslage der vergleichenden Studien kommen bei Ausschluss präoperativer

Flexionseinschränkungen (<100°) (3, 6) und Vorerkrankungen wie Diabetes mellitus (4, 9). Risikofaktoren wie das Alter sowie die Größe der Ruptur sind aufgrund der übereinstimmenden Ausschlusskriterien als Grund zu vernachlässigen, bzw. nehmen die Studien teilweise noch größere Rupturen in ihr Patientenkollektiv auf (5, 12).

Tabelle 4.1 Studienvergleich zur Flexion im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens (KONS) in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))

Flexion im Verlauf										
Studie	präoperativ		6 Wo. postoperativ		12 Wo. postoperativ		6 Mo. postoperativ		Unter-suchung	p †
	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons		
Sheps et al.* 2015 (1)	120,2	124,4	84,1	73,2	120,0	118,5	136,3	135,9	aktiv	>0,050
Klintberg et al. 2009 (2) (Pilotstudie)	150,0	150,0	X	X	X	X	140,0	140,0	aktiv	x (n=14)
Lee et al. 2012 (5)	149,0	151,9	X	X	149,6	133,8	157,3	151,9	?	0,730
Mazzocca et al. 2017 (9)	X	X	156,0	154,0	168,0	167,0	173,0	173,0	passiv	0,950
Düzgün et al. 2011 (12)	X	X	150,1	131,7	171,3	161,8	175,6	174,2	aktiv	X
Kim et al. 2012 (3)	144,7	144,8	X	X	144,9	140,0	150,6	147,1	?	0,392
Arndt et al. 2012 (10)	174,9	170,5	X	X	142,1	112,9	158,4	146,4	passiv	0,046
Cuff et al. 2012 (11)	158,0	160,0	X	X	X	X	172,0	165,0	? Video	0,0001
Diese Studie*	123,9 (a); 135,0 (p)	127,5 (a); 138,3 (p)	91,7 (p)	81,3 (p)	X	X	127,0 (a); 134,4 (p)	130,9 (a); 137,7 (p)	aktiv, passiv	0,390 (a); 0,872 (p)
Fawzy et al. (2016) (4)	125,3	130,1	X	X	X	X	173,5	163,8	?	0,001
Keener et al. (2014) (6)	141,0	139,0	X	X	136,0	123,0	154,0	155,0	aktiv	0,610
Baysal et al.* 2005 (257)	Gesamt 126,0		X	X	X	X	Gesamt 134,4		aktiv	Entfällt
Koh et al. 2014 (7)	137,7	148,8	X	X	X	X	126,9	129,5	passiv	0,920

(a)=aktive ROM; (p)=passive ROM; *Operation in MO-Technik; alle Angaben in ° (Grad) bei Messung in Neutral-Null; † p bezieht sich hier auf den Unterschied zwischen den Nachbehandlungsgruppen 6 Monate postoperativ. Prog= progressive Nachbehandlung, Kons = konservative Nachbehandlung

Weiterhin könnten die verschiedenen Ergebnisse an den unterschiedlichen Einschätzungen der Untersucher liegen. In der vorliegenden Studie erfolgte jede Untersuchung vom gleichen Untersucher, sodass bei gleichen Voraussetzungen bezüglich der Verlaufsparemeter eine hohe Reliabilität besteht. Eine Kontrolle durch einen unabhängigen zweiten Untersucher sowie eine Doppelverblindung der Untersucher und der Patienten gegenüber der Nachbehandlungsgruppe hätten dies jedoch noch weiter objektivieren können.

Die fehlende Verbesserung der Flexion im Verlauf könnte auf den Unterschied zwischen MO-Technik und arthroskopischer Technik zurückzuführen sein. So zeigte die prospektive Kohortenstudie in MO-Technik von Baysal et al. an 84 Patienten ebenfalls eine eingeschränkte Flexion präoperativ und nur einen geringen signifikanten Bewegungszuwachs (siehe Tabelle 4.1) (257). Im Gegensatz zu dieser Studie schlossen Baysal et al. jedoch auch Patienten mit einer Rupturgröße über 5cm sowie gleichzeitigem SLAP-Repair ein. Van der Zwaal et al. bestätigten in ihrer prospektiven Vergleichsstudie der Operationstechniken (MO versus AA) eine verbesserte postoperative Flexion in der arthroskopischen Gruppe mit durchschnittlich 12° Differenz (73). Andere Studien ließen jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen AA- und MO-Repair erkennen (74, 75).

Weiterhin könnte der mangelnde Bewegungszuwachs an der teilweise mitbehandelten Bizepspathologie liegen, die in anderen Studien ausgeschlossen wurden (4, 5, 11). Immerhin zeigt die vorliegende Studie im Vergleich zu Koh, Arndt und Klintberg et al. auch keine Verschlechterung der Flexion sechs Monate postoperativ (2, 7, 10). Da sogar die Pilotstudie von Klintberg et al. mit aktiver Krankengymnastik am 1. postoperativen Tag einen Verlust der Flexion um 10° innerhalb der ersten 6 Monate postoperativ von 150° auf 140° zu verzeichnen hatte, ist das Nachbehandlungsverfahren als ausschlaggebende Ursache eher zu vernachlässigen (2). Da aber selbst in diesen Studien im Verlauf 24 Monate postoperativ zumindest eine Angleichung an die präoperativen Werte stattfindet, ist auch in dieser Studie die weitere Entwicklung 12 Monate postoperativ für eine finale Aussage abzuwarten (7, 10).

Im Gruppenvergleich zeigen Studien mit ähnlichem konservativen Nachbehandlungsprogramm bei sechswöchiger Ruhigstellung 6 Monate postoperativ einen signifikanten Gruppenunterschied in der Flexion zugunsten der progressiven Nachbehandlungsgruppe (4, 10, 11). Wie Keener et al. zeigt die vorliegende Studie jedoch keinen signifikanten Gruppenunterschied (6).

4.3.3 Außenrotation

Sowohl die aktive als auch die passive Außenrotation verschlechtern sich in der gesamten Studienpopulation signifikant zur Visite sechs Monate postoperativ. Hier ist besonders die signifikante Verschlechterung der aktiven Außenrotation in der konservativen Nachbehandlungsgruppe zu verzeichnen.

Im Vergleich zur Literatur ist die Gesamtentwicklung der Außenrotation vergleichbar wie in Tabelle 4.2 dargestellt (2, 4, 5, 7, 11, 258). Keener et al. zeigten jedoch im Gesamtkollektiv deutlich bessere Außenrotationswerte mit $61,1^\circ$ präoperativ und $62,6^\circ$ sechs Monate postoperativ (3, 6) im Vergleich zu dieser Studie mit $47,4^\circ$ präoperativ und $43,1^\circ$ sechs Monate postoperativ. Im Gesamtbild zeigt sich in den Vergleichsstudien ebenso wie bei Keener et al. im postoperativen Verlauf in etwa die Rückkehr auf den präoperativen Ausgangswert (4, 6, 11). Im Gegensatz dazu beschrieben Koh et al. einen deutlichen Verlust der Außenrotation in beiden Nachbehandlungsgruppen bei einer totalen Ruhigstellung von 4 und 8 Wochen postoperativ (7). Jedoch auch Klintberg et al. zeigten trotz früher aktiver Übungen ab dem ersten postoperativen Tag einen Außenrotationsverlust. Dieser ist jedoch aufgrund der kleinen Studienpopulation nicht signifikant (50° auf 43°) (2).

Im Gruppenvergleich zeigen Lee et al. sowie Arndt et al. in ihren konservativen Gruppen mit Beginn des passiven Außenrotationstrainings 3 Wochen postoperativ bis 30° bzw. direkter aktiver Physiotherapie nach sechs Wochen Ruhigstellung ebenfalls einen Rotationsverlust von $10-12^\circ$ im Vergleich zur progressiven Nachbehandlungsgruppe sechs Monate postoperativ ($p=0,007$; $p=0,020$). Ein Jahr postoperativ findet sich in diesen Arbeiten immer noch eine Differenz, welche jedoch geringer wird und nur noch in der Arbeit von Arndt et al. ein statistisches signifikantes Niveau erreicht ($p=0,078$ bzw. $p=0,010$) (5, 10).

Tabelle 4.2 Studienvergleich zur Außenrotation im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))

Außenrotation im Verlauf										
Studie	präoperativ		6 Wo. postoperativ		12 Wo. postoperativ		6 Mo. postoperativ		Untersuchung	p (6 Mo.)
	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons		
Klintberg (2) (Pilotstudie)	50,0	40,0	X	X	X	X	43,0	30,0	aktiv	x (n=14)
Lee (5)	49,8	52,8	X	X	44,2	34,1	50,3	41,6	?	0,007
Mazzocca (9)	X	X	25,0	28,0	53,0	55,0	63,0	61,0	passiv, RL	0,670
Düzgün (12)	X	X	48,2	38,5	68,3	58,6	86,3	84,1	aktiv	X
Kim (3)	67,3	69,8	X	X	71,2	66,3	77,2	72,9	?	0,390
Arndt (10)	58,4	57,2	X	X	45,6	27,5	54,3	44,3	passiv	0,020
Cuff (11)	44,0	42,0	X	X	X	X	44,0	43,0	? Video	0,310
Diese Studie*	46,6 (a) 47,0 (p)	48,3 (a) 50,1 (p)	19,8 (p)	16,1 (p)	X	X	46,3 (a) 46,7(p)	39,7 (a) 42,1 (p)	aktiv passiv	0,031(a) 0,128 (p)
Fawzy (4)	40,5	40,4	X	X	X	X	41,9	41,7	?	0,800
Keener (6)	61,4	60,8	X	X	47,0	40,1	61,6	63,9	aktiv	0,470
Baysal* (257)	gesamt: 47,6		X	X	X	X	gesamt: 43,8		aktiv	entfällt
Koh (7)	39,0	42,3	X	X	X	X	18,60	18,90	passiv	0,990

**RL=Rückenlage; *Operation in MO-Technik; alle Angaben in ° (Grad) bei Messung in Neutral-Null
Prog= progressive Nachbehandlung, Kons = konservative Nachbehandlung**

Studien im MO-Verfahren sind präoperativ ebenfalls vergleichbar mit dieser Studie. Im Verlauf zeigten Saraswat et al. eine gleichbleibende Außenrotation ein Jahr postoperativ mit durchschnittlich 50,5° auf 49,7° (p=0,670) (153). Baysal et al. zeigte zunächst eine insignifikante Verschlechterung von 47,6° auf 43,8° sechs Monate postoperativ (p=0,060), 12 Monate postoperativ war der präoperative Wert jedoch wieder erreicht. Die Nachbehandlung von Baysal et al. begann 2 Wochen postoperativ mit der PROM ohne Einschränkung der Außenrotation (257).

Die gesammelten und verglichenen Studien zeigen, dass es trotz frühem Rehabilitationsprogramm zu einer Einschränkung der Außenrotation sechs Monate postoperativ kommen kann, dieser jedoch im Verlauf bis ein Jahr postoperativ wieder ausgeglichen wird (153, 257). Dies bleibt in der vorliegenden Studie abzuwarten.

4.3.4 Innenrotation

Lee et al. wiesen eine persistierende Einschränkung der hohen Innenrotation in der konservativen Nachbehandlungsgruppe nach (5).

Tabelle 4.3 Studienvergleich zur Innenrotation im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))

Innenrotation im Verlauf										
Studie	präoperativ		6 Wo. postoperativ		12 Wo. postoperativ		6 Mo. postoperativ		Unter-suchung	p (6 Mo.)
	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons		
Sheps (1) *	26,7	30,7	11,9	7,7	23,7	24,1	32,2	32,9	Aktiv in ABD	>0,050
Klintberg (2) (Pilotstudie)	40,0	43,0	X	X	X	X	48,0	40,0	aktiv in ABD	x (n=14)
Lee (5)	57,8	51,3	X	X	59,0	38,5	63,8	47,3	in ABD	0,266
Düzgün (12)	X	X	61,3	54,9	80,0	68,2	88,2	86,5	Aktiv in NN	>0,050
Kim (3) +	T9,7	T9,2	X	X	T7,6	T8,4	T9,0	T10,1	in NN	0,104
Cuff (11)	X	X	X	X	X	X	79,0	60,0	? (Video)	0,120
Diese Studie*	86,5 (a) 86,8 (p)	87,8(a) 87,8 (p)	75,3 (p)	74,3 (p)	X	X	86,7 (a) 87,0 (p)	87,4 (a) 87,8 (p)	Aktiv/pa ssiv in NN	0,694 (a) 0,680 (p)
Fawzy (4)	47,9	48,0	X	X	X	X	73,0	66,1	?	0,001
Koh (7) +	10,1	10,1	X	X	X	X	10,6	11,5	Passiv in NN	0,166
+ Errechnung aus Erreichen der Processi spinosi; * Operation in MO-Technik; NN= Neutral-Null. Prog= progressive Nachbehandlung, Kons = konservative Nachbehandlung										

Auch Düzgün et al. und Fawzy et al. fanden einen signifikanten Gruppenunterschied sechs Monate postoperativ, Fawzy et al. sogar zwölf Monate postoperativ bei jedoch insgesamt guter Innenrotation (80,0° versus 82,1° in der 12-Monats-Visite) (4, 12).

In dieser Studie wurde die hohe Innenrotation nicht gemessen und es wurde weder eine Veränderung der Innenrotation in Neutral-Null im zeitlichen Verlauf noch ein Gruppenunterschied gefunden (siehe Tabelle 4.3). Die progressive Nachbehandlungsgruppe zeigte sogar im Verlauf einen Trend zur Verschlechterung der Innenrotation im Constant-Score (p=0,100), jedoch nicht in der Messung in Neutral-Null (p=0,922). Auch Cuff et al. sowie Kim et al. zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Innenrotation in Neutral-Null. Tendenziell zeigte sich jedoch bei allen anderen Studien eine vermehrte Innenrotation in der progressiven Nachbehandlungsgruppe (3, 11).

4.3.5 Abduktion

Auch die aktive Abduktion weist im Verlauf eine deutliche Besserung von präoperativ 106,5° auf 121,4° sechs Monate postoperativ auf. Die passive Abduktion war sechs

Monate postoperativ mit 134,4° versus 138,3° nicht signifikant verbessert. Es war kein signifikanter Gruppenunterschied nachweisbar.

Vergleichsstudien zeigten bessere Abduktionswerte 6 Monate postoperativ bei jedoch schon präoperativ besserer Ausgangssituation (siehe Tabelle 4.4) (2, 5). Studien mit vergleichbarem Nachbehandlungsplan (sechswöchige Ruhigstellung) erhoben keine Abduktion (3, 4, 6, 7, 10, 11) oder nur postoperativ (12). Die Studien mit progressivem Nachbehandlungsplan zeigten meist schon präoperativ deutlich bessere Werte (2, 5). Interessant ist, dass zum Beispiel Lee et al. bereits präoperativ eine Abduktion von 160° in ihrem Studienkollektiv beschrieben bei Ausschluss von Partiailläsionen und lediglich Einschluss von mittelgroßen und großen Rupturen nach Bateman. Leider ist nicht beschrieben, ob es sich um eine aktive oder passive Abduktion handelte. Hier könnte im Falle einer aktiven Abduktion eine scapulohumerale Bewegung durch den M. deltoideus Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben, da eine Abduktion bei größerer RM-Ruptur durch Ausfall des M. supraspinatus eine stärkere Abduktionseinschränkungen suggeriert (5). Die bessere passive Abduktion der progressiven Nachbehandlungsgruppe sechs Wochen postoperativ wird von Lee et al. bestätigt, die einen signifikanten Verlust der Abduktion 3 Monate postoperativ in der konservativen Gruppe mit einem anschließenden Ausgleich sechs Monate und ein Jahr postoperativ beschrieben (5).

Tabelle 4.4 Studienvergleich zur Abduktion im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))

Abduktion im Verlauf										
Studie	präoperativ		6 Wo. postoperativ		12 Wo. postoperativ		6 Mo. postoperativ		Untersuchung	p (6 Mo.)
	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons		
Sheps (1) *	116,3	117,4	81,4	68,5	112,1	113,0	134,6	139,1	Aktiv	>0,050
Klintberg (2) (Pilotstudie)	140,0	110,0	X	X	X	X	163,0	170,0	Aktiv	x (n=14)
Lee (5)	158,8	162,1	X	X	161,5	143,6	165,3	154,4	?	0,315
Düzgün (12)	X	X	122,5	108,3	166,0	151,9	173,6	171,0	Aktiv	X
Diese Studie*	99,8 (a) 131,9 □ (p)	114,0 (a) 137,2 □ (p)	81,7 (p)	68,7 (p)	X	X	117,3 (a) 134,8 (p)	126,1 (a) 140,6 (p)	Aktiv passiv	0,319 (a) 0,464 (p)
*Operation in MO-Technik; □ jeweils 1 Missing; alle Angaben in ° (Grad) bei Messung in Neutral-Null Prog= Progressive Nachbehandlung; Kons= Konservative Nachbehandlung										

In MO-Technik zeigten Sheps et al. vergleichbare Werte zu dieser Studie, jedoch sind im Vergleich zu dieser Studie 65% der Rupturen traumatisch bedingt und die Nachbehandlung mit aktiven Alltagsaktivitäten in den ersten sechs Wochen in der progressiven Gruppe deutlich unterschiedlich, wodurch ein direkter Vergleich erschwert wird (1).

4.3.6 Weitere Bewegungsrichtungen und postoperativer Verlauf der Beweglichkeit

Die hohe Außenrotation wurde selten in den vergleichenden Studien durchgeführt, allerdings wurde in den Studien meist in etwa der Ausgangswert erreicht. Gruppenunterschiede wurden nicht nachgewiesen (siehe Tabelle 4.5). Die Adduktion sowie die Extension wurden in den meisten vergleichenden Studien im postoperativen Verlauf nicht beschrieben, daher fällt der Vergleich mit anderen Studien schwer. Nur Klintberg et al. beschrieben eine Adduktion von präoperativ 40/45° (aktiv/passiv) und sechs Monate postoperativ von 40/40° (aktiv/passiv) (2). Die signifikante Zunahme von aktiver und passiver Extension und Adduktion wie in dieser Studie wurde jedoch nicht beschrieben.

Tabelle 4.5 Studienvergleich zur hohen Außenrotation im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))

Hohe Außenrotation im Verlauf										
Studie	präoperativ		6 Wo. postoperativ		12 Wo. postoperativ		6 Mo. postoperativ		Untersuchung	P (6 Mo.)
	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons		
Sheps (1)*	56,9	65,2	22,6	15,0	52,6	53,7	73,1	74,2	Aktiv	>0,050
Klintberg (2) Pilotstudie	50,0	70,0	X	X	X	X	65,0	70,0	aktiv	X (n=14)
Lee (5)	74,2	78,1	X	X	70,5	54,0	74,0	67,8	unklar	0,266
Diese Studie*	68,3 (a) 69,1 (p)	73,3 (a) 74,6 (p)	26,2 n=29	14,2 n=25	X	X	65,1 (a) 65,8 (p)	70,2 (a) 71,7 (p)	Aktiv(a) passiv(p)	0,307 (a); 0,227 (p)
Keener (6)	77,7	74,7	X	X	X	X	80,0	81,3	□	0,620

□ aktiv und passiv gemessen – unklar welches dargestellt wurde; alle Angaben in ° (Grad) bei Messung in Neutral-Null; *Operation in MO-Technik. Prog= Progressive Nachbehandlung; Kons= Konservative Nachbehandlung

Diese Studie konnte 6 Wochen postoperativ im Gruppenvergleich bezüglich der Nachbehandlung nur eine signifikant schlechtere Abduktion der konservativen Nachbehandlungsgruppe zeigen.

Lee et al. hingegen zeigten einen signifikanten Verlust der hohen Außenrotation, Flexion und Abduktion 3 Monate postoperativ in der konservativen Gruppe mit einem anschließenden Ausgleich sechs Monate und ein Jahr postoperativ (5). Auch Keener et al. zeigten im Vergleich der Nachbehandlung eine signifikante Verschlechterung der Elevation und der Außenrotation 3 Monate postoperativ zugunsten des progressiven Modells mit anschließender Angleichung 6 Monate postoperativ (6). Da diese Studien zeigen, dass auch 3 Monate postoperativ die Beweglichkeit hinsichtlich der Ausgangswerte noch signifikant eingeschränkt ist, jedoch über 50% der erwerbstätigen Patienten innerhalb der ersten sechs Monate anfangen zu arbeiten, wäre es interessant zu erfahren wie sich die Beweglichkeit zum Zeitpunkt des Arbeitsbeginns darstellt bzw. ob Patienten des konservativen Nachbehandlungsmodells später anfangen zu Arbeiten. Dies könnte in weiterführenden Studien untersucht werden.

Im postoperativen Verlauf zeigte sich in allen Subgruppenanalysen eine transiente Verschlechterung der Beweglichkeit von präoperativ auf sechs Wochen postoperativ in allen Subgruppen jedoch mit weniger ausgeprägter Verschlechterung der Männer und älterer Patienten. Dieser Unterschied lässt sich nicht im Literaturvergleich finden. Der Unterschied könnte an der höheren Schmerzgrenze der männlichen Patienten liegen, da die Bewegung bei der Schmerzgrenze gestoppt wurde. Weiterhin könnte es sein, dass Männer durch geringere Adhärenz bezüglich der Nachbehandlung schon in den ersten sechs Wochen vermehrt Bewegungsübungen durchgeführt haben als Frauen. Bezüglich der Vorerkrankungen hatten Frauen lediglich vermehrt Bindegewebsschwäche, welches den Unterschied jedoch nicht zu erklären vermag.

Patienten über 65 Jahren hatten sechs Wochen postoperativ eine bessere hohe Außenrotation und Flexion. Dies ist sehr interessant, da jüngere Patienten mit $138,3^\circ$ versus $130,6^\circ$ präoperativ bessere Ausgangswerte hatten, jedoch bei einer hohen Standardabweichung mit $24,1^\circ$ der jüngeren und $32,8^\circ$ bei der älteren Population. Dies könnte darauf hinweisen, dass der Fibrosierungsprozess der Gelenkkapsel bei längerer Ruhigstellung im Alter langsamer erfolgt. Damit hätten ältere Patienten keinen

Nachteil durch transiente Bewegungseinschränkungen und wären für das konservative Nachbehandlungsmodell besonders geeignet. Da gerade die ältere Population eine höhere postoperative Rerupturrate aufweist als die jüngere (16, 33) könnten sie von einer längeren Ruhigstellung und somit längerer Zeit zum Einwachsen der Sehne profitieren (Zur weiteren Ausführung s. Abschnitt 4.6.1).

Die durchgeführte Subgruppenanalyse bezüglich Alter und Nachbehandlungskonzept zeigte sechs Wochen postoperativ Vorteile der älteren Bevölkerung (s. Tabelle 3.12). In der konservativen Nachbehandlungsgruppe konnten trotz numerischer Unterschiede keine Signifikanz nachgewiesen werden. Dies könnte auf die jeweils kleine Gruppengröße (sieben Teilnehmer ≥ 65 Jahre in der progressiven, sechs in der konservativen Nachbehandlungsgruppe) und den teilweise großen Standardabweichungen zurückzuführen sein und bedarf größerer Studien zur Bestätigung. In den prospektiven Vergleichsstudien wurde das Alter als Subgruppenanalyse nicht durchgeführt. In einer retrospektiven Studie zeigten Parsons et al. jedoch, dass 6-8 Wochen nach arthroskopischer Versorgung der RM-Ruptur und Ruhigstellung ohne Beginn einer passiven Physiotherapie kein Unterschied der Patienten mit Arthrofibrose (n=10) und ohne Arthrofibrose (n=33) bezüglich des Alters bestand (30).

4.4 Klinische Scores und Kraft im ISOBEX im Verlauf

Der Schmerz zeigte insgesamt eine deutliche Verbesserung im postoperativen Verlauf. Dies ist auch bei vergleichbaren Studien zu sehen (1, 4, 6, 7). Sechs Monate postoperativ fand sich in den vorliegenden vergleichenden Studien kein Unterschied im Schmerzniveau zwischen Patienten mit konservativem und progressivem Nachbehandlungsmodell (siehe Tabelle 4.6). Diese Studie zeigt ebenfalls keinen Unterschied drei Wochen, sechs Wochen und sechs Monate postoperativ. Wenige Tage nach der Operation (2-3 Tage) gab es hingegen signifikant weniger Schmerzen im konservativen Nachbehandlungsmodell (3,41 versus 2,04 im NRS-Score, $p=0,001$). Mazzocca et al. zeigten hingegen 7-10 Tage postoperativ keinen signifikanten Gruppenunterschied im VAS-Score mit 4,20 versus 3,80 ($p=0,540$) (9).

Tabelle 4.6 Studienvergleich zum Schmerz im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM)).

Schmerz (NRS)									
Studie	präoperativ		6 Wo. postoperativ		12 Wo. postoperativ		6 Mo. postoperativ		p 6 Mo.
	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons	
Sheps (1) * ®	4,00	4,00	2,40	2,30	1,40	1,30	0,78	0,93	>0,050
Klintberg (2) ® (Pilotstudie)	2,70	0,40	X	X	0,40	0,20	0,10	0,00	X (n=14)
Lee (5) ®	1,77	1,56	X	X	X	X	0,23 (1 Jahr)	0,15 (1 Jahr)	>0,050
Mazzocca (9) ®	X	X	2,50	3,10	1,60	2,70	1,00	1,40	0,460
Kim (3) ®	X	X	X	X	X	X	3,00	3,20	0,745
Diese Studie *	4,16+	4,78	2,72	2,72	X	X	1,53	1,69	0,732
Fawzy (4) ®	8,02	7,97	4,56	1,06	0,82	0,65	X	X	X
Keener (6) ®	5,70	5,60	X	X	X	X	1,40	1,10	0,550
Koh (7) ®	5,80	5,60	X	X	X	X	2,70	2,70	0,624
<p>+1 Missing (n=29); *Operation in MO-Technik. Der p-Wert bezieht sich auf die Auswertung 6 Monate postoperativ im Gruppenvergleich der Nachbehandlungsgruppen; ® Auswertung des VAS-Score Prog= Progressive Nachbehandlung; Kons= Konservative Nachbehandlung</p>									

Der Unterschied in dieser Studie könnte auf den Beginn der physiotherapeutischen Behandlung zurückzuführen sein. Sechs Wochen postoperativ wurde vor der Initiation der Physiotherapie in der konservativen Gruppe die Datenerfassung durchgeführt, daher konnte hier kein Anstieg der Schmerzen bei Beginn und Verlauf der physiotherapeutischen Beübung detektiert werden. Patienten des progressiven Nachbehandlungsprotokolls zeigten weiterhin eine Zunahme der Schmerzen von drei auf sechs Wochen postoperativ ($p=0,021$). Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den Nachbehandlungsgruppen nachgewiesen werden. Fawzy et al. konnten sechs Wochen postoperativ jedoch einen signifikanten Vorteil der Schmerzen im VAS-Score für das konservative Nachbehandlungsprotokoll feststellen ($p=0,001$), drei Monate postoperativ gab es keinen signifikanten Unterschied der Nachbehandlungsgruppen ($p=0,190$) (4). In den anderen prospektiven Vergleichsstudien zeigte sich kein signifikanter Unterschied der Schmerzen bezüglich der Nachbehandlung (s. Tabelle 4.6).

In der Subgruppenanalyse nach Geschlecht ist der Maximalschmerz der Männer signifikant höher sechs Wochen postoperativ und nicht signifikant sechs Monate postoperativ. Der Bedarf an Analgetika bzw. deren Absetzen unterschied sich allerdings nicht signifikant. Der vermehrte Maximalschmerz könnte daher auf eine

verminderte Adhärenz zurückzuführen sein, da Männer den Gilchrist-Verband signifikant kürzer trugen als Frauen ($p=0,016$). Weiterhin könnte die Erwartungshaltung oder die Art der durchgeführten Aktivitäten die Einschätzung der maximalen Schmerzen beeinflusst haben.

Der Constant-Score verbessert sich insgesamt von präoperativ 50,4 auf 60,7 Punkte sechs Monate postoperativ ($p<0,001$), wies aber weder in der Nachbehandlung, dem Geschlecht noch bezüglich des Alters signifikante Gruppenunterschiede auf. Vergleichende Studien fanden ebenfalls keinen signifikanten Unterschied der Nachbehandlungsmodelle (3, 6, 7, 9). Im Gegensatz dazu zeigten Arndt et al. einen signifikanten und Fawzy et al. einen insignifikanten Unterschied 12-15 Monate postoperativ zugunsten der progressiven Nachbehandlungsgruppe (4, 10). Daher ist hier die finale Auswertung 12 Monate postoperativ abzuwarten.

Insgesamt hat der Constant-Score in dieser Studie vergleichbare Werte mit Vergleichsstudien (3, 7, 10). Andere MO-Studien zeigen einen ähnlichen Ausgangswert, jedoch mit einer größeren Verbesserung im Verlauf (siehe Tabelle 4.7). Allerdings ist auch hier die weitere Entwicklung abzuwarten. Es fällt auf, dass einige Studien in der Kraft mit präoperativ 3,8 kg deutlich besser sind (10), andere Studien jedoch mit durchschnittlich 1,8 kg präoperativ eher den Werten dieser Studie entsprechen (6). Dies könnte möglicherweise an einer unterschiedlichen Messmethode liegen, wobei in dieser Studie nach Protokoll von Constant et al. 2008 mittels Isobex in Scapularebene im Sitzen gemessen wurde (209).

Tabelle 4.7 Studienvergleich zum Constant-Score im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))

Constant-Score					
Studie	präoperativ		6 Mo. postoperativ		p (6 Mo.)
	Prog	Kons	Prog	Kons	
van der Zwaal (73)*	gesamt 42,0		gesamt 72,0		x
Mazzocca (9)	x	x	78,0	75,0	0,390
Kluger (252)*	gesamt 45,0		gesamt 83,0 (1 Jahr postop)		x
Kim (3)	53,7	49,9	66,1	64,5	0,991
Arndt (10)	gesamt 46,1		77,6 (15 Mo postop)	69,7 (15 Mo postop)	0,045
Diese Studie*	49,2 (n=55)	49,8 (n=55)	58,7 (n=54)	61,6 (n=55)	0,358
Fawzy (4)	35,7	37,8	86,5 (1 Jahr postop)	88,1 (1 Jahr postop)	0,073
Keener (6)	55,1+	53,8+	74,4+	74,6+	0,990
Koh (7)	50,9	54,2	65,1	63,7	0,741
+ relativer Constant-Score nach Geschlecht und Alter normalisiert (nach Katolik); * Operation in MO-Technik Prog= Progressive Nachbehandlung; Kons= Konservative Nachbehandlung					

Der DASH- sowie der ASES-Score verbesserten sich ebenfalls im Gesamtkollektiv signifikant von präoperativ auf sechs Monate postoperativ. Da der DASH-Score in den Vergleichsstudien von Nachbehandlungskonzepten nicht erhoben wurde, bleibt der Vergleich mit anderen Studien in AA- bzw. MO-Rekonstruktion um das Outcome der Patienten im Literaturvergleich zu objektivieren (siehe Tabelle 4.8).

Tabelle 4.8 Studienvergleich zum DASH-Score im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))

DASH-Score							
Studie	präoperativ		6 Wo. postoperativ		6 Mo. postoperativ		p (6 Mo.)
	Prog	Kons	Prog	Kons	Prog	Kons	
van der Zwaal (73)*	gesamt 93,0		x	x	gesamt 69,1		x
Liu (259) *	gesamt 52,6		x	x	gesamt 42,7		x
Diese Studie*	63,2 (n=25)	62,3 (n=25)	74,7 (n=27)	75,1 (n=26)	42,9 (n=24)	42,9 (n=25)	P=0,989
Antuña (260) +	gesamt 54,8		x	x	gesamt 26,4 (1 Jahr postop)		x
* Operation in MO-Technik; + ähnliches Nachbehandlungsmodell zur konservativen Gruppe dieser Studie mit sechs Wochen Ruhigstellung unter Ausnahme von Pendelübungen.							

Der DASH-Score zeigt vergleichbare Werte zu Liu et al. in MO-Repair und eine ähnliche Ausgangssituation wie Antuña et al. (259, 260). Hier sind jedoch ebenfalls die Ergebnisse 12 Monate postoperativ abzuwarten. Van der Zwaal et al. starteten schon mit einem deutlich schlechteren DASH-Score, verbesserten sich jedoch äquivalent im Verlauf um 23,9 Punkte, im Vergleich zu 18,2 Punkten in dieser Studie (73).

Der ASES-Score hat im Literaturvergleich vergleichbare Werte bei AA- und MO-Repair zu verzeichnen (siehe Tabelle 4.9). Wie diese Studie bestätigt, ist auch hier kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Nachbehandlung zu sehen. Eine weitere Verbesserung des ASES-Scores ist 12 Monate postoperativ zu erwarten.

Tabelle 4.9 Studienvergleich zum ASES-Score im Verlauf (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))

ASES-Score					
Studie	präoperativ		6 Mo. postoperativ		p (6 Mo.)
	Prog	Kons	Prog	Kons	
Mazzocca (9)	X	X	88,0	80,0	0,110
Kluger (252) *	gesamt 40,0		gesamt 92,0 (1 Jahr)		X
Kim (3)	48,8	46,3	67,1	69,9	0,561
Cuff (11)	43,9	41,0	91,1 (1 Jahr)	92,8 (1 Jahr)	>0,050
Diese Studie*	58,6+	53,9+	78,3+	79,3+	0,807
Fawzy (4)	45,4	44,6	90,9 (1 Jahr)	91,6 (1 Jahr)	0,750
Keener (6)	44,2	45,9	81,1	84,3	0,330
Baysal (257) *	gesamt 55,10		gesamt 88,8 (1 Jahr)		X
Koh (7)	44,4	45,8	68,0	68,0	0,985
+ je 1 Missing (n=29 progressiv und n=26 konservativ); * Operation in MO-Technik. Prog= Progressive Nachbehandlung; Kons= Konservative Nachbehandlung					

Bei den vergleichenden Nachbehandlungsstudien wurde die Kraft mittels ISOBEX oder anderem Kraftgerät meist nur in der Abduktion durchgeführt, da diese für den Constant-Score relevant ist. Jedoch wurde die Abduktionskraft oft nur innerhalb des Scores ausgewertet und nicht separat aufgeführt (3, 9). Tabelle 4.10 gibt eine Übersicht über die vorhandenen Daten der Abduktionskraft in den Vergleichsstudien. Hier zeigen sich vergleichbare Werte zu Keener et al. (6). Lee und Arndt et al. hatten zwar höhere Werte im Verlauf, allerdings waren die Messungen mit 12-15 Monaten postoperativ auch deutlich später als die Auswertung dieser Studie und erfordert ebenfalls das Abwarten der 12-Monats-Ergebnisse (5, 10). Die Kraftwerte von Klintberg et al. sind aufgrund der anderen Messung und Angabe des Drehmoments nicht vergleichbar (2). Trotzdem zeigt sich, dass sich die Abduktionskraft von präoperativ auf sechs Monate postoperativ kaum verändert und nur Arndt et al. einen signifikanten Gruppenunterschied nachweisen konnten (2, 10).

Interessant ist, dass trotz vermehrtem Frauenanteil bei Arndt et al. (62% versus 32% in der vorliegenden Studie) schon präoperativ stärkere Kraftwerte im Vergleich zu

dieser Studie gemessen wurden, obwohl diese Studie gezeigt hat, dass Männer in allen Untersuchungen eine stärkere Kraft aufweisen als Frauen (10). Laut Methodik wurde ebenfalls nach Vorgabe des Constant-Score die Kraft gemessen, allerdings mit Quellenangabe von Constant 1987, in welchem keine 30° Anteversion beschrieben werden sowie nicht explizit eine Innenrotation vorgesehen ist (207, 209). Diese Studie richtet sich nach der von Constant et al. korrigierten Fassung von 2008. Die Kraftvorteile könnten daher auf eine vermehrte Kraftentwicklung des M. deltoideus zurückzuführen sein, welche sich bei 30° Anteversion und Innenrotation durch eine schlechtere Vorspannung deutlich verringert. Auch Kim et al. beobachteten in einem asymptomatischen Patientenkollektiv mehr Kraft bei den Männern, allerdings beobachteten sie auch eine signifikante Abnahme der Kraft im Alter, was diese Studie nicht zeigen konnte (261).

Tabelle 4.10 Studienvergleich zur Abduktionskraft im Verlauf

Studie	präoperativ		6 Mo. postoperativ		p (6 Mo.)	Technik
	Prog	Kons	Prog	Kons		
Sheps (1) *	kein signifikanter Gruppenunterschied ohne Angabe von Zahlen					Kabelloses Tensiometer
Klintberg (2) (Pilotstudie)	107 Nm	94 Nm	108Nm	112Nm	x	isokinetischer Dynamometer (KIN-COM 500 H)
Lee (5)	x	x	7,76kg (1 Jahr)	7,33kg (1 Jahr)	>0,050	Handheld Nottingham Mecmesin Myometer
Arndt (10)	8,5/25 Punkten (= ca 3,80kg)		12,3/25 Punkten (=ca 5,50kg) (15 Mo. postop)	10,3/25 Punkten (=ca 4,60kg) (15 Mo. postop)	0,037	Nur Im Constant-Score (keine weitere Angabe)
Diese Studie*	2,07kg	1,88kg +	2,13kg	2,06kg	0,850	ISOBEX
Keener (6)	1,70kg	1,90kg	2,60kg	2,20kg	0,170	Keine Angabe
+ 1 Missing (n=26); *Operation in MO-Technik. Prog= Progressive Nachbehandlung; Kons= Konservative Nachbehandlung						

Abgesehen von der Abduktion verzeichnete diese Studie in allen anderen Krafrichtungen eine signifikante Verbesserung, sogar in der Adduktion und Extension welche oft nicht erhoben werden und somit nicht mit anderen Studien vergleichbar sind.

Die Flexionskraft wurde auch von Cole et al. nach arthroskopischer RM-Refixation an 49 Patienten mittels ISOBEX durchgeführt, wobei die Messung nicht wie in dieser Studie in Neutral-Null sondern in 90° Abduktion erfolgte (262). Die präoperativen Werte waren jedoch mit 3,22 kg in dieser Studie und 2,90 kg in der Cole-Studie vergleichbar. Sechs Monate postoperativ konnten in der durchgeführten Studie 4,30

kg in der Flexion gemessen werden, was in der Studie nach Cole et al. mit 4,40 kg nach 1 Jahr und 5,30 kg nach 2 Jahren bestätigt werden konnte. Die Cole-Studie zeigte sogar eine negative Korrelation mit Rerupturen zur Flexionskraft. Dies konnte in dieser Studie aufgrund der niedrigen Rerupturrate nicht durchgeführt werden (262). In der Außenrotationskraft zeigten Keener et al. ebenfalls im Verlauf einen Kraftgewinn, jedoch hatte er deutlich höhere Kraftwerte sechs Monate postoperativ (7,30 kg in der progressiven versus 6,90 kg in der konservativen Nachbehandlungsgruppe) im Vergleich zu dieser Studie (4,50 kg versus 4,00 kg). Dies könnte an dem um im Schnitt 3 Jahre jüngeren Patientenkollektiv, dem Ausschluss von Rupturen ab 3 cm Größe oder an der besseren ARO-Kraft präoperativ (progressive Gruppe 4,37 kg versus 3,60 kg; konservative Gruppe 3,96 kg versus 2,96 kg) liegen (6). Allerdings beobachteten sie ebenfalls keinen signifikanten Kraftunterschied der zwei Nachbehandlungsgruppen ($p=0,560$) (6). In einer anderen arthroskopischen Verlaufsstudie zeigten Cole et al. vergleichbare Werte mit dieser Studie und einer ebenfalls signifikanten Verbesserung der Außenrotationskraft von 3,90 kg präoperativ auf 5,90 kg ein Jahr postoperativ ($p=0,003$).

Die Innenrotation wurde bei Lee et al. ein Jahr postoperativ erhoben (8,90 kg in der progressiven versus 8,40 kg in der konservativen Nachbehandlungsgruppe) und liegt im Vergleich zu 5,60 kg sechs Monate postoperativ in dieser Studie deutlich höher (5). Hier sind daher die Werte 12 Monate postoperativ abzuwarten.

In den einzelnen Subgruppen zeigten konservativ Nachbehandelte keine signifikante Verbesserung der Kraft in Adduktion und Innenrotation bis sechs Monate postoperativ. Allerdings ist dies aufgrund der fehlenden Verbesserung von Frauen in der Außenrotationskraft und Innenrotationskraft sowie von älteren Patienten in allen drei Richtungen zu relativieren und der Einfluss nicht unbedingt auf die Nachbehandlung zurückzuführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Kraftentfaltung der Schulter im Literaturvergleich gut darstellt und keine Gruppenunterschiede zeigt, jedoch für eine finale Aussage die Messungen 12 Monate postoperativ abgewartet werden sollten.

4.5 Patientenzufriedenheit und allgemeine Gesundheit

Die Patientenzufriedenheit mit der Schulter im Alltag zeigte, wie in Abbildung 3.14 und 3.15 dargestellt, einen guten Verlauf mit 84,2% sechs Monate postoperativ zu 26,4% präoperativ. 87,5% waren postoperativ zufrieden oder eher zufrieden mit dem Ergebnis im Vergleich zum Zustand vor der Operation trotz geringer Verbesserung im Bewegungsumfang. Interessanterweise waren 6 der 7 unzufriedenen Patienten aus dem progressiven Nachbehandlungsprotokoll. Die aktive Abduktion lag bei 5 von diesen 7 Patienten sechs Monate postoperativ zwar zwischen 90° und 130°, lag jedoch mit insgesamt 91,9° ebenso wie die aktive Flexion mit 116,3° unter dem Durchschnitt des Gesamtkollektivs. Vier von sieben Patienten beklagten einen Bewegungsdefizit von präoperativ auf sechs Monate postoperativ von durchschnittlich 49,0° in der aktiven Abduktion und 29,0° in der aktiven Flexion. Allerdings ist zu bemerken, dass diese Patienten besonders gute Beweglichkeit präoperativ hatten und mit durchschnittlich 148,5° in der aktiven Abduktion und 150,0° in der aktiven Flexion deutlich über dem Durchschnitt lagen. Der Patient im konservativen Nachbehandlungsmodell zeigte einen Bewegungseinbuße von 66° in der aktiven Abduktion und 34° in der aktiven Flexion. Der fünfte Patient verzeichnete eine Verbesserung der aktiven Abduktion von 80° auf 130° und der aktiven Flexion von 140° auf 150°. Die anderen zwei Patienten zeigten bei 10° und 55° in der aktiven Abduktion präoperativ einen Zuwachs auf maximal 60° postoperativ. Der Schmerz wiederum verbesserte sich in allen unzufriedenen Patienten bis auf einen, der präoperativ keine Schmerzen angab und sechs Monate postoperativ durchschnittliche Schmerzen von 3 Punkten nach NRS angab. Dies lässt darauf schließen, dass bei guter präoperativer Funktion die Indikation zur operativen Versorgung der RM-Ruptur streng zu stellen ist und Patienten über den potenziellen Verlust der Beweglichkeit gut aufgeklärt werden sollten.

Die Vergleichsstudien zur Nachbehandlung erfassen weder den NHP- noch den SF-36-Score. DeFranco et al. konnten in ihrer Studie an 30 kleinen bis mittelgroßen isolierten SSP-Rupturen mit arthroskopischer SSP-Refixation zeigen, dass sich die *Subscores* des SF-36 „Körperliche Funktion“, „Körperliches Rollenverhalten“, „Schmerz“ sowie „Soziale Funktion“ im Verlauf verbesserten (263). Diese Studie konnte diese Ergebnisse bestätigen, bis auf die Verbesserung im Bereich „Soziale

Funktion“ ($p=0,066$). Zusätzlich war in dieser Studie auch eine Verbesserung der „Mentalen Gesundheit“ zu verzeichnen.

Der NHP-Score verzeichnete in dieser Studie sechs Monate postoperativ im *Subscore* „Schlaf“, „Schmerz“ sowie „physische Mobilität“ Verbesserungen im gesamten Kollektiv.

Die Adhärenz der Patienten zeigte sich sehr zufriedenstellend, allerdings fiel die bessere Adhärenz und die längere physiotherapeutische Behandlung von Frauen auf, die sich besonders nach den ersten zwei Monaten emotional mehr belastet sahen und sich in der Selbstevaluation ihres Gesundheitszustandes sechs Monate postoperativ schlechter einschätzten als die Männer (Abbildung 3.19). Auch die psychischen *Subscores* (NHP & SF-36-Score) waren trotz gleicher Beweglichkeit und klinischer Scores sechs Monate postoperativ bei Frauen schlechter. Auch beim NHP-Subscore Schlaf zeigten Frauen durchweg schlechtere Werte, obwohl Männer von präoperativ auf drei Wochen postoperativ eine signifikante Verschlechterung nachwiesen. Ein Grund für dieses Ergebnis konnte nicht eruiert werden, da die demographischen Daten sowie die Dauer zwischen der Vorstellung in der Sprechstunde und der Operation keine signifikanten Unterschiede aufwiesen.

In Bezug auf das Alter war bei den älteren Patienten ein Vorteil zu verzeichnen. Es wurden ohne signifikanten Unterschied der Schmerzen in den ersten Wochen sowohl weniger Analgetika benötigt als auch früher abgesetzt. Außerdem zeigten ältere Patienten einen besseren Schlaf und weniger soziale Isolation (NHP-Subscore) drei Wochen postoperativ.

Dies ist insoweit sehr interessant, da sich die zwei verschiedenen Nachbehandlungskonzepte in den oben genannten Punkten nicht voneinander unterschieden. Hier zeigte lediglich die „physische Mobilität“ sowie insignifikant der Schmerz ($p=0,054$) beim NHP-Score sechs Monate postoperativ einen signifikanten Gruppenunterschied zugunsten der konservativen Nachbehandlungsgruppe, was hinsichtlich der Einbußen in der Außenrotation ebenfalls erwähnenswert ist. Trotzdem ist dies mit Vorsicht zu sehen, da von den 8 Fragen zur physischen Mobilität 5 Fragen

unabhängig von der Schulter sind. Der fehlende Unterschied bezüglich des Analgetikabedarfs bestätigt die Ergebnisse von Mazzocca et al., allerdings wurde in dieser Studie im Gegensatz zu seiner Studie keine vermehrte Adhärenz in der progressiven Nachbehandlungsgruppe verzeichnet sondern nur eine vermehrte Adhärenz von Frauen (9).

Diese Werte zeigen, dass trotz klinischer Einschränkung der Außenrotation sechs Monate postoperativ kein eindeutiger Vorteil zugunsten des aggressiveren Nachbehandlungsverfahrens gesehen werden kann. Weiterhin ist der Einfluss von Geschlecht, Alter und Rupturgröße nicht zu vernachlässigen, welcher ebenfalls Auswirkungen auf die SF-36-Subscores „Körperliche Funktion“; „Körperliches Rollenverhalten“ und „Mentale Gesundheit“ zeigten.

4.6 Postoperativer Verlauf in den Subgruppen

4.6.1 Alter

Insgesamt zeigt sich die Altersverteilung mit einem Altersdurchschnitt von 57,8 Jahren ähnlich zu den Vergleichsstudien mit 54,8-65,1 Jahren (1, 3-6, 8, 10-12).

Die Literatur ist bezüglich des Alters als Risikofaktor für eine postoperative Schultersteife ambivalent und sieht sowohl höheres als auch niedriges Alter (<50) als Risikofaktor (30, 122, 124, 125, 178). Dies konnte diese Studie nicht bestätigen, jedoch hatte sie eine bessere passive Flexion sowie hohe Außenrotation sechs Wochen postoperativ bei Patienten über 64 zu verzeichnen. Sechs Monate postoperativ unterscheidet sich die Beweglichkeit hingegen nicht mehr signifikant. Dies könnte darauf hinweisen, dass bei älteren Patienten postoperativ eine geringere Beweglichkeitseinbuße bzw. Adhäsionen stattfinden und sie somit für eine längere Ruhigstellung besser geeignet sein könnten als jüngere Patienten. Ein weiteres Argument für diesen Ansatz wäre der bessere Schlaf, weniger Schmerzen, weniger soziale Isolation im NHP-Score sowie ein geringer Schmerzmittelbedarf der älteren Patienten innerhalb der ersten Wochen postoperativ. Da ältere Patienten in einigen Studien ein erhöhtes Risiko für Rerupturen haben sowie weitere Risikofaktoren für Rerupturen wie z.B. verminderte Knochendichte aufweisen, ist es hier besonders

wichtig die strukturelle Integrität zu wahren (24, 142, 150, 151, 166). Weiterhin haben ältere Patienten höhere Komplikationsraten bei Operationen wie einer Revision (z.B. bei der Narkose) und so sollte besonders dieses Kollektiv niedrige Rerupturraten aufweisen. Daher wäre hier der Bedarf weiterer Studien um Vorteile des konservativen Nachbehandlungsmodells bei älteren Patienten zu evaluieren.

4.6.2 Geschlecht

Das Verhältnis von Männern zu Frauen betrug in dieser Studie ca. 2:1 und ist damit zumeist kongruent mit der Literatur (2, 5, 9).

Frauen hatten länger Physiotherapie und zeigten sechs Wochen postoperativ 7 Grad weniger Adduktion als die Männer, weniger Kraft in allen Untersuchungen und schlechtere SF-36-Subscores sowohl präoperativ als auch bei der 3 Wochen und 6 Monatsvisite. Männer zeigten im Gegensatz zu Robinson et al. keine erhöhte Rerupturrate (141), was jedoch aufgrund der niedrigen Rerupturrate nur ungenügend zu erheben war. Die verminderte Kraft der Frauen wird auch bei anderen Studien beschrieben und scheint konstitutionell bedingt zu sein (140, 261). Die transiente Beweglichkeitseinbuße war sechs Monate postoperativ nicht mehr nachweisbar, jedoch benötigten Frauen länger physiotherapeutische Behandlung als Männer.

Die präoperativ bessere Ausgangslage im Constant-Score könnte auf die vermehrte Abduktionskraft zurückzuführen sein, da andere klinische Scores wie ASES oder DASH keinen gruppenspezifischen Unterschied zeigten. Sechs Monate postoperativ ist kein Unterschied mehr zu sehen.

Weiterhin verzeichneten Männer in den psychischen Subscores des NHP sowie des SF-36 einen signifikanten Vorteil präoperativ (Energie, Schlaf, SF-36 Emotionales Rollenverhalten und SF-36 gesamt), drei Wochen postoperativ (SF-36 Mentale Gesundheit; NPH Soziale Isolation $p=0,055$) sowie sechs Monate postoperativ (SF-36: Körperliche Gesundheit, Soziale Funktion, Mentale Gesundheit). Dies ist beachtlich, da sich Männer von präoperativ auf drei Wochen postoperativ in einigen physischen Subscores verschlechterten (NHP-Schlaf, SF-36 Körperliches Rollenverhalten) und sich trotzdem in der mentalen sowie der allgemeinen Gesundheit im SF-36 verbesserten.

In den einzelnen Gruppen verbesserten sich Männer von präoperativ auf sechs Monate postoperativ signifikant in der aktiven Kombinationsbewegung Abduktion/Adduktion, der Außen- und Innenrotationskraft, dem NHP Physische Mobilität, SF-36-Soziale Funktion sowie der SF-36-Mentalen Gesundheit, während Frauen keine signifikanten Verbesserungen in diesen Punkten aufwiesen. So ist final zu sagen, dass trotz guter Ergebnisse und Verbesserungen der Frauen die Männer von der Operation ein bisschen mehr profitierten.

4.6.3 Weitere Subgruppenanalysen

Die durchgeführten Subgruppenanalysen innerhalb der Nachbehandlungsgruppen wurden in den prospektiven Vergleichsstudien nicht durchgeführt. Daher entfällt hier ein direkter Vergleich, jedoch kann die *Baseline* bezüglich der Verteilung einiger Subgruppen vorgenommen werden.

Hier zeigten Duzgun et al. im Vergleich zu dieser Studie einen ähnlichen BMI mit 30,8 in der progressiven und 29,2 in der konservativen Nachbehandlungsgruppe (12) versus 29,3 versus 28,3 in der vorliegenden Studie. In der vorliegenden Studie profitierten nicht adipöse Patienten ($\leq 30 \text{ kg/m}^2$) in der progressiven Nachbehandlungsgruppe besonders in den psychischen *Subscores* im SF-36 sechs Monate postoperativ und benötigten weniger Physiotherapie. Dies könnte an einem geringeren Aktivitätsniveau der adipösen Patienten liegen, welche daher das konservative Nachbehandlungsmodell besser tolerieren. Funktionell gab es jedoch keinen Unterschied in der Subgruppen-Analyse nach BMI.

Die Subgruppenanalyse „Überkopfarbeit“ der Patienten konnte im Literaturvergleich nicht eingeordnet werden. Hier ergaben sich jedoch auch keine Vorteile im progressiven oder konservativen Nachbehandlungsmodell.

„Körperlich arbeitende Patienten“ hatten ebenfalls keinen Vorteil durch das progressive oder konservative Nachbehandlungsmodell. Auch diese Thematik wurde in der einschlägigen Literatur nicht adressiert.

Bezüglich der Subgruppenanalyse „Rupturgröße nach Bateman“ zeigten die prospektiven Vergleichsstudien oft einen Ausschluss von Rupturen Größe Bateman III (4, 128). Diese Studie wies einen Anteil von Bateman I&II zu Bateman III von 22/7 in der progressiven und 18/9 in der konservativen Nachbehandlungsgruppe nach. Vergleichbar zeigten Lee et al. ein Verhältnis von 21/9 in der progressiven und 20/14 in der konservativen Gruppe (5). Interessant ist, dass in der konservativen Nachbehandlungsgruppe drei Wochen postoperativ die Patienten mit einer großen Ruptur Größe III nach Bateman bessere psychische *Subscores* und Schmerzen im SF-36 aufwiesen. Auch wenn eine hohe Standardabweichung die Aussagekraft mindert (s. Tabelle 3.9) und sich im NRS sowie den anderen klinischen Scores keine signifikanten Unterschiede zeigten, könnte dies darauf hinweisen, dass dieses Kollektiv und Patienten mit noch größeren Rupturen von der konservativen Behandlung profitieren könnten ohne psychische Beeinträchtigungen und eventuell sogar mit weniger Schmerzen im direkten postoperativen Verlauf. Dies ist von besonderer Relevanz, da größere RM-Rupturen ein Risikofaktor für Rerupturen darstellen und somit von einer protrahierten Ruhigstellung profitieren könnten (264).

In der Subgruppenanalyse „Retraktion nach Patte“ waren in dieser Studie Grad I versus Grad II nach Patte 21/9 im progressiven und 14/13 im konservativen Nachbehandlungsmodell. Mazzocca et al. nahmen auch Patienten mit Retraktion Größe III nach Patte auf und zeigte 7/15/4 (I/II/III) Patienten im progressiven und 14/13/4 im konservativen Nachbehandlungsmodell (9). Der Bewegungsvorteil bei Patienten im konservativen Nachbehandlungsmodell mit Patte II versus Patte I sechs Monate postoperativ wird in der Literatur nicht beschrieben. Da eine große Retraktion ein vermehrtes Risiko für Rerupturen darstellt, könnten diese Patienten von einer längeren Ruhigstellung profitieren (142). Auch wenn Mazzocca et al. kein Vorteil der konservativen Gruppe bezüglich der Rerupturen und der Retraktion Größe III nach Patte zeigen konnten (3 von 4 Rerupturen im progressiven versus 4 von 4 Rerupturen im konservativen Nachbehandlungsmodell), könnte dies auf die frühen aktiv assistierten Übung ohne vorherige passive Beübung zurückzuführen sein und bedarf weiterer Studien zur Bestätigung (9).

„Raucher“ waren in der Vergleichsliteratur mit einem Prozentsatz zwischen 19,5-22,8% (4, 7, 11, 128) vertreten. Diese Studie hatte einen Prozentsatz von 28,0% Raucher und lag somit oberhalb des Durchschnitts. Nicht-Raucher profitierten lediglich durch bessere Alltagsschmerzen drei und sechs Wochen postoperativ im konservativen Nachbehandlungsmodell, sonst waren keine signifikanten Gruppenunterschiede detektierbar.

4.7 Stärken und Limitationen der Studie

Eine Stärke dieser Studie ist ihr monozentrisches, prospektives und kontrolliertes Design mit Randomisierung. Weiterhin wurde die RM-Läsion immer in einer OP-Technik operiert wobei Begleitpathologien realitätsnah bei Bedarf mit behandelt wurden. Die *Dropout*-Rate war mit 14,9% gering. Zur Evaluation wurde eine ausführliche Anamnese und verschiedenste klinische sowie subjektive Scores erfasst um ein umfassendes Bild des Patienten im Verlauf darstellen zu können.

Limitationen der Studie sind die fehlende Verblindung der Patienten und des Untersuchers, die niedrige Patientenzahl sowie unter statistischen Aspekten die niedrige Anzahl an Rerupturen deutlich unterhalb der erwarteten Größenordnung. Weiterhin erfolgte die Physiotherapie nach Anleitung und Aushändigung des Nachbehandlungsprotokolls bei unterschiedlichen Physiotherapeuten, was einerseits sehr realitätsnah ist, andererseits eine genaue Kontrolle der therapeutischen Behandlung erschwert. Zusätzlich ist nicht auszuschließen, dass die Erwartungshaltung der Patienten das Ergebnis beeinflusst haben könnte. Aufgrund der umfangreichen Befragung sowie des prospektiven Designs im klinischen Setting gab es bei einigen Fragen *Missings*, die zu einer Verfälschung der Werte führen könnten, allerdings wurden im Verlauf nur vollständige Datensätze ausgewertet und die jeweiligen *Missings* gekennzeichnet. Weiterhin präsentiert die Studie lediglich die Zwischenauswertung 6 Monate postoperativ. Allerdings zeigen viele Autoren, dass die Ergebnisse zwischen 6 und 12 Monaten kaum divergieren und somit schon eine erste Aussage über die Ergebnisse ermöglichen (188).

5. Zusammenfassung und Ausblick

Diese prospektiv randomisierte Studie wurde durchgeführt um den Einfluss zweier Nachbehandlungsmodelle (Beginn der Physiotherapie unmittelbar postoperativ mit passiven Bewegungsübungen versus sechswöchige Ruhigstellung mit Ausnahme von Pendelübungen) nach einer RM-Refixation im *Mini-Open*-Verfahren zu beobachten. In dieser Zwischenanalyse wurden 57 Patienten ausgewertet, welche präoperativ, drei und sechs Wochen sowie sechs Monate postoperativ auf verschiedene klinische und psychische Parameter getestet wurden.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass sich die Nachbehandlungskonzepte hinsichtlich der Rate an Rerupturen, der klinischen Funktion, der psychischen Belastung, des Physiotherapiebedarfs, der Adhärenz, der Dauer bis zum Erreichen des funktionellen Niveaus sowie sämtlicher klinischer Scores sechs Monate postoperativ nicht signifikant unterscheiden. Allein die aktive Außenrotation sechs Monate postoperativ zeigte sich verbessert zugunsten des progressiven Nachbehandlungsplans. Trotz Außenrotationsdefizits zeigte die konservative Nachbehandlungsgruppe jedoch im NHP-Subscore „Physische Mobilität“ bessere Ergebnisse sechs Monate postoperativ. Interessant ist, dass sich Männer im Verlauf weniger seelisch belastet sahen als Frauen und weniger Physiotherapie zum Erreichen ihres Funktionsniveaus benötigten, sodass sie besonders für eine konservative Nachbehandlungsmethode geeignet scheinen. Das Alter hatte demnach auf das Ergebnis sechs Monate postoperativ keinen Einfluss. Für die abschließende Analyse sollte jedoch die Auswertung 12 Monate postoperativ abgewartet werden.

Trotz transienter Verschlechterung der Beweglichkeit sechs Wochen postoperativ in beiden Nachbehandlungsgruppen entwickelte sich bei keinem Patienten im Verlauf eine Schultersteife nach Parson et al. In den Subgruppenanalysen zeigten konservativ nachbehandelte Patienten lediglich eine vermehrte Einschränkung der passiven Abduktion sechs Wochen postoperativ sowie der Außenrotation sechs Monate postoperativ. Männer hatten in beiden Nachbehandlungsgruppen sechs Wochen postoperativ höhere Maximalschmerzen trotz gleichem Ausgangsschmerzniveau und waren in Bezug auf das Tragen des Gilchrist-Verbandes weniger kohärent bei

insgesamt besseren psychischen *Subscores* im SF-36 und NHP-Score als Frauen. Männer scheinen sich also von der Operation und dem postoperativen Verlauf mental nicht oder nur wenig eingeschränkt zu fühlen und beginnen trotz Maßgabe teilweise schon früher als im Behandlungsprotokoll vorgegeben mit den Bewegungsübungen und Abnahme des Gilchrist, sodass für diese Gruppe ein konservativeres Nachbehandlungsregime nicht nachteilig ist. Ältere Patienten hatten einen geringeren Analgetikabedarf und bessere passive Beweglichkeit sechs Wochen postoperativ. Da die Ergebnisse trotz transienter Verschlechterung der Beweglichkeit sechs Monate postoperativ gut waren, sollte die vorübergehende Einschränkung der Beweglichkeit nicht ausschlaggebend für die Entscheidung des Nachbehandlungsplanes sein. Interessant ist außerdem, dass zum Erreichen des vollen Funktionsniveaus in beiden Nachbehandlungen der Bedarf an Physiotherapie gleich war und sich dementsprechend auch kein ökonomischer Vorteil einer Nachbehandlungsgruppe ergibt. Da die Analysen gezeigt haben, dass sich das Erreichen des funktionellen Niveaus sechs Monate postoperativ in den Nachbehandlungsgruppen nicht signifikant unterscheidet, ist nun noch interessant von welchen Faktoren der Zeitpunkt des Arbeitsbeginns postoperativ abhängig ist. Dies könnte in weiterführenden Studien untersucht werden.

Neben den zusätzlich durchgeführten Subgruppenanalysen Geschlecht und Alter liefert diese Studie erstmals prospektive vergleichende Daten zum konservativen Nachbehandlungskonzept bei RM-Refixationen in *Mini-Open*-Technik. Trotz vermehrter Inzidenz von Schultersteifen bei RM-Refixation kleinerer Rupturen hat diese Studie keine postoperative Schultersteife zu verzeichnen. Da die *Mini-Open*-Technik oft bei großen RM-Rupturen durchgeführt wird und einige Studien bzw. Metaanalysen zeigen, dass große Rupturen von einem konservativen Nachbehandlungsmodell profitieren könnten (134, 139, 265), sind die Ergebnisse dieser Studie eine wichtige Grundlage für weiterführende prospektive Studien an großen RM-Rupturen in MO-Technik.

6. Anhang

Anhang Tabelle A1 Nachbehandlungsstudien in AA-Technik – Vergleich der Nachbehandlungen und Patientenkollektive (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens (K) in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))												
Author	Patientenkollektiv	Immobilitationsart	Dauer Immobilisation	1.-6. Woche	Start PROM (Wo)	Start AAROM (Wo)	Pendeln ja/nein	6.-12. Woche	12.-16. Woche	ab 16. Woche	Start Kraftaufbau (Wo)	Volle Belastung (Mo)
Klintherg (2)	14 vollschichtige Rupturen (1 bis >5cm); 64% männl.; 55 Jahre; (Ausschluss: Vorop, Rheumatoide Arthritis, Diabetes, Psychologische Erkrankung, Sprachprobleme)	Schlinge	K 6	1d: PROM bis Toletanz	1	6	nein	AAROM (FE, Skapularebene); 10. Wo: Aqua Training	weiter	Kraftaufbau	16	6.
Lee (5)	64 vollschichtige Rupturen in SR-Technik (1-5cm); 64%/männl.; 55 Jahre; (Ausschluss: Bizepspathologie; SLAP-Läsion; AC-Arthrose; Distale Clavicularesektion; Revisionen; Arbeitsumfall)	Abduktionskissen in 30°	K 6	1 d postop: PROM FE <90 2x/d mit CPM; 3. Wo: FE bis Toleranz, ARO bis 30	1	6	nein	PROM 1 d postop, kein Gradlimit, ab 4. Woche AAROM und Aqua-Training	Kraftaufbau	Kraftaufbau	ab 6. graduell	6.
Cote/Mazzocca (9)	58 vollschichtige SSP-Rupturen in DR-Technik; 69% männl.; 54-55 Jahre (Ausschluss: Vorop; Intraop Pathologie, die den Ausgang beeinflussen könnte; Diab I, Autoimmun-/Neuromuskulär oder degen. Gelenkerkrankung; SSC/TM/ISP- oder Labrumbeteiligung)	Abduktionskissen (Grad n.a.)	P 6	PROM 1 d postop FE und ARO ohne Limit, Stretching, MT, Pendeln	1	6	ja	AAROM mit graduellem Kraftaufbau	Kraftaufbau	Kraftaufbau	Ab 6. graduell	6.
Duzgun (12)	29 vollschichtige Rupturen in Side-to-Side; 10,3% männl.; 56 Jahre, nicht-traumatisch (Ausschluss: zentral/periphere Nervenenerkrankung, Depression)	n.a.	K n.a.	4. Wo: PROM	4	6	nein	AAROM ARO und Flex ohne Einschränkung, keine IRO, Skapulastabilität; ab 7. Woche passiv IRO	Isometrische Kraftübung in alle Richtungen; ab 14. Woche Kraftübung mit Thera-Band in IRO/ARO; ab 15. Wo Kraft gg-Widerstand (ARO/ABD)	Kraftaufbau	13	n.a.
			P n.a.	PROM 1 Wo postop, 3. Woche ARO (FE, Skapularebene, ABD), ab 4. Woche gegen Widerstand	1	3	nein	AROM in ABD, FE, Skapularebene 8. Wo: Kraftaufbau	Kraftaufbau	Kraftaufbau	n.a.	n.a.

Autor	Patientenkollektiv	Immobilisationsart	Dauer Immobilisation	1.-6. Woche	Start PROM (Wo)	Start AAROM (Wo)	Pen deln (ja/n ein)	6.-12. Woche	12.-16. Woche	ab 16. Woche	Start Kraftaufbau (Wo)	Volle Belastbarkeit (Mo)
Kim (3)	105 vollschichtige Rupturen in SR, DR oder SB-OP (<3cm); +SAD&Akromioplastik; 42% männlich ; 60 Jahre; kein Trauma (Ausschluss: Schultersteife, glenohumerale Verletzung (z.B. SLAP; Bankart-Läsion), Voroperation; > 1 Sehne)	Abduktionssion 30 Grad	K 4 (Ruptur <1cm) P 5 (Ruptur >= 1 cm)	4./5. Wo: Schultern Hochziehen; AAROM und PROM (FE, ABD, ARO) - keine Grenzen angeben) PROM 1 d postop (FE, ABD, ARO), AAROM nach Ablegen der Schlinge	4,5	4-5	nein	AAROM 9. Wo: Kraftaufbau	Kraftaufbau	Kraftaufbau	9	6.
De Roo (8)	130 vollschichtige Rupturen (<5cm) in SR oder DR; immer Akromioplastik; 68% männlich; 65 Jahre (Ausschluss: Partialruptur; isolierte SSC-Ruptur; Revision, glenohumerale Arthrose, Schultersteife)	Abduktionssion 30 Grad	K 4 (+2 Wo nachts) P 4 (+2 Wo nachts)	5. Wo: PROM PROM 1 d postop (FE, ABD, ARO, IRO, Scpulothorakal), ab 5. Woche AAROM	5	5	ja	AAROM wie prog. Gruppe	Kraftaufbau	Kraftaufbau	12	n.a.
Arndt (10)	92 Partial- und vollschichtige SSP-Rupturen in SR oder DR (jede Größe) 37% männlich.; 55.3 Jahre (Ausschluss: Retraktion, > 1 Sehne; <= Stadium II fettige Infiltration)	Schlinge	K 6 P 6	Ellenbogen/Hand AROM PROM 1 d postop, CPM, kein Gradlimit	6	6	Ja	AROM	AROM	Kraftaufbau	16	n.a.
Cuff/Pupello (11)	68 Vollschichtige sichelförmige Rupturen in transossärer SB; +SAD; 56% männlich; 63 Jahre (Ausschluss: Begleitpathologie von Labrum/Bizeps; anders geformte Rupturen, Partialrupturen; glenohumerale Arthrose, Schultersteife, Revision, Arbeitsunfall)	Immobilizer (nicht-spezifisch)	K 6 P 6	Ellenbogen/Hand AROM PROM 1 d postop (FE 120, ARO 30), ab 4. Woche (FE Toleranz, ARO 45)	6	7	Ja	PROM (FE 120, ARO 30) 7. Wo: (FE bis Toleranz, ARO 45, AAROM) 10. Wo postop. (AROM bis Toleranz)	Kraftaufbau	Kraftaufbau	12	n.a.
			P 6	PROM 1 d postop (FE 120, ARO 30), ab 4. Woche (FE Toleranz, ARO 45)	1	6	Ja	AAROM (ab 10. WO AROM bis Toleranz)	Kraftaufbau	Kraftaufbau	12	n.a.

Autor	Patientenkollektiv	Immobilisationsart	Dauer Immobilisation	1.-6. Woche	Start PROM (Wo)	Start AAROM (Wo)	Pendeln	6.-12. Woche	12.-16. Woche	ab 16. Woche	Start Kraftaufbau (Wo)	Volle Belastbarkeit
Diese Studie (MO-Technik)	57 vollschichtige Rupturen (<5cm) in transossärer MO-Technik; 68% männlich; 58 Jahre (Ausschluss: glenohumale Arthrose 3/4°; Schultersteife, >1 Sehne Inoperabilität; Revision, Retraction ab Patte III; fettige Infiltration ab Thomazeau III)	Schlinge	K 6	AAROM Hand/Ellenbogen, Pendeln 3x/d	6	8	Ja	7. Wo PROM (Flex 120, ARO30); 8. Wo PROM Toleranz & AAROM; 10. Wo. AROM bis Toleranz	Kraftaufbau	Kraftaufbau	12	6
			P 6	PROM 1d bis Toleranz (außer Adduktion), AAROM Hand/Ellenbogen	1	7	Ja	AAROM, PROM auch Adduktion, ab 10. Woche Kraftaufbau	Kraftaufbau	Kraftaufbau	10	6
Fawzy (4)	164 vollschichtige Rupturen (<3cm) in SR+Anker+SAD; 55% männlich; 57 Jahre (Ausschluss: Schultersteife, Voroperation; glenohumale Pathologie (Bankart/SLAP-Läsion); Partialruptur; >1 Sehne, Diabetes, Prolaps zervikal)	Schlinge	K 6	Ellenbogen/Hand AAROM	6	9	nein	PROM (FE 120, ARO 30); ab 9. Wo. AAROM	Kraftaufbau	Kraftaufbau	12	6
			P 6	PROM ab 2.d (FE Toleranz, ARO 45, Pendeln)	1	6	Ja	AAROM	Kraftaufbau	Kraftaufbau	12	6
Keener (6)	122 vollschichtige Rupturen; (<=3cm) in DR <=65 Jahre (□55 Jahre); 60% männlich.; (Ausschluss: SSC-Ruptur, Schultersteife, Labrumpathologie; glenohumale Arthrose, irreparabler Defekt, Revision)	Schlinge	K 6	Ellenbogen/Hand AROM	6	12	nein	PROM (keine Gradangabe)	AAROM/AROM	Stabilisation/Kraftaufbau	16	5.-6.
			P 6	PROM ab 1 Woche postoperativ (keine Gradangabe)	1	6	ja	AAROM/AROM	Stabilisation/Kraftaufbau	Vollbelastbar	12	4.-6.
Koh (7)	88 vollschichtige Rupturen (2-4cm); in SR+Anker (kapsuläres Release bei 71P.); 50% männlich; 60 Jahre; kein Trauma; (Ausschluss: Voroperation; Fraktur, Instabilität; Infekt; Inkomplette Rekonstruktion; Rheumatoid/Degen. Arthritis);	Abduktionskissen 20 Grad	K 8	Völlige Ruhigstellung	8	Vollst. Beweglichkeit	nein	9.-14. Wo: PROM und graduell steigend AAROM (bei fast vollst. Bewegungsausmaß)	15. Wo: Kraftaufbau	Kraftaufbau	15	n.a.
			P 4	Ab 5.-10. Woche PROM bis vollständig erreicht, dann AAROM	4	Vollst. Beweglichkeit	nein	AAROM wenn volles Bewegungsausmaß; ab 10. Woche Kraftaufbau	Kraftaufbau	Kraftaufbau	10	n.a.
n.a. = nicht angegeben, vollst = vollständig, postop = postoperativ; SAD = subakromiale Dekompression; d = Tag												

Anhang Tabelle A2 Nachbehandlungsstudien in MO-Technik – Vergleich der Nachbehandlungen und Patientenkollektive (Progressivität des konservativen Nachbehandlungsverfahrens (K) in aufsteigender Reihenfolge (1. Priorität PROM; 2. Priorität AAROM))												
Autor	Patientenkollektiv	Immobilisationsart	Dauer Immobilisation	1.-6. Woche	Start PROM (Wo)	Start AAROM (Wo)	Pendeln (ja/nein)	6.-12. Woche	12.-16. Woche	ab 16. Woche	Start Kraftaufbau (Wo)	Volle Belastbarkeit (Mo)
Sheps (1)	189 vollschichtige Rupturen (<1 bis >3cm); 61% männlich; 55.1 Jahre; 65% traumatisch; (Ausschluss: Bankartläsion, Partialläsion, Vorop, Osteoarthritis, Sprachprobleme)	Schlinge	K 6	PROM und Eigenübung	1	6	Nein	Identische Nachbehandlung, keine weitere Angabe				
			P Patientennormen	Aktive Bewegung für Aktivitäten im Alltag im Ermessen des Patienten und nach Schmerzen sowie PROM und Eigenübung	1	1	nein					
Diese Studie	57 vollschichtige Rupturen (<5cm) in transossärer MO-Technik; 68% männlich; 58 Jahre (Ausschluss: glenohumerale Arthrose 3/4°; Schultersteife, >1 Sehne Inoperabilität; Revision, Retraktion ab Patte III; fettige Infiltration ab Thomazeau III)	Schlinge	K 6	AAROM Hand/Ellenbogen, Pendeln 3x/d	6	8	Ja	7. Wo PROM (Flex 120, ARO30); 8. Wo PROM Toleranz & AAROM; 10. Wo. AROM bis Toleranz	Kraftaufbau	12	6	
			P 6	PROM 1d bis Toleranz (außer Adduktion), AAROM Hand/Ellenbogen	1	7	Ja	AAROM, PROM auch Adduktion, ab 10. Woche Kraftaufbau	Kraftaufbau	12	6	

7. Literaturverzeichnis

1. Sheps DM, Bouliane M, Styles-Tripp F, Beaupre LA, Saraswat MK, Luciak-Corea C, et al. Early mobilisation following mini-open rotator cuff repair: a randomised control trial. *Bone Joint J.* 2015;97-b(9):1257-63.
2. Klintberg IH, Gunnarsson A-C, Svantesson U, Styf J, Karlsson J. Early loading in physiotherapy treatment after full-thickness rotator cuff repair: a prospective randomized pilot-study with a two-year follow-up. *Clinical Rehabilitation.* 2009;23(7):622-38.
3. Kim Y-S, Chung SW, Kim JY, Ok J-H, Park I, Oh JH. Is early passive motion exercise necessary after arthroscopic rotator cuff repair? *The American journal of sports medicine.* 2012;40(4):815-21.
4. Fawzy S, Rizk Mohamed A, Sameer A, Foad A. Difference between early versus delayed postoperative physical rehabilitation protocol following arthroscopic rotator cuff repair. *Egyptian Rheumatology and Rehabilitation.* 2016;43(3):137-42.
5. Lee BG, Cho NS, Rhee YG. 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):34-42.
6. Keener JD, Galatz LM, Stobbs-Cucchi G, Patton R, Yamaguchi K. Rehabilitation following arthroscopic rotator cuff repair: a prospective randomized trial of immobilization compared with early motion. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(1):11-9.
7. Koh KH, Lim TK, Shon MS, Park YE, Lee SW, Yoo JC. Effect of immobilization without passive exercise after rotator cuff repair: randomized clinical trial comparing four and eight weeks of immobilization. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(6):e44.
8. De Roo PJ, Muermans S, Maroy M, Linden P, Van den Daelen L. Passive mobilization after arthroscopic rotator cuff repair is not detrimental in the early postoperative period. *Acta Orthop Belg.* 2015;81(3):485-92.
9. Mazzocca AD, Arciero RA, Shea KP, Apostolakos JM, Solovyova O, Gomlinski G, et al. The Effect of Early Range of Motion on Quality of Life, Clinical Outcome, and Repair Integrity After Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *Arthroscopy.* 2017.
10. Arndt J, Clavert P, Mielcarek P, Bouchaib J, Meyer N, Kempf JF. Immediate passive motion versus immobilization after endoscopic supraspinatus tendon repair: a prospective randomized study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98(6 Suppl):S131-8.
11. Cuff DJ, Pupello DR. Prospective randomized study of arthroscopic rotator cuff repair using an early versus delayed postoperative physical therapy protocol. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21(11):1450-5.
12. Duzgun I, Baltaci G, Turgut E, Atay OA. Effects of slow and accelerated rehabilitation protocols on range of motion after arthroscopic rotator cuff repair. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2014;48(6):642-8.
13. Grifka J, Kuster M. *Orthopädie und Unfallchirurgie - Für Praxis, Klinik und Facharztprüfung.* Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 2011.

14. Petersson CJ. Degeneration of the Gleno-Humeral Joint: An Anatomical Study. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1983;54(2):277-83.
15. Austin L, Pepe M, Tucker B, Ong A, Nugent R, Eck B, et al. Sleep disturbance associated with rotator cuff tear: correction with arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med*. 2015;43(6):1455-9.
16. Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, Yanagawa T, Nakajima D, Shitara H, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19(1):116-20.
17. Collin P, Matsumura N, Ladermann A, Denard PJ, Walch G. Relationship between massive chronic rotator cuff tear pattern and loss of active shoulder range of motion. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(8):1195-202.
18. Khoschnau S, Milosavjevic J, Sahlstedt B, Rylance R, Rahme H, Kadum B. High prevalence of rotator cuff tears in a population who never sought for shoulder problems: a clinical, ultrasonographic and radiographic screening study. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30(3):457-63.
19. Minagawa H, Yamamoto N, Abe H, Fukuda M, Seki N, Kikuchi K, et al. Prevalence of symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears in the general population: From mass-screening in one village. *J Orthop*. 2013;10(1):8-12.
20. Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 1999;8(4):296-9.
21. Kim DY, Hwang JT, Lee SS, Lee JH, Cho MS. Prevalence of rotator cuff diseases in adults older than 40 years in or near Chuncheon city, Korea. *Clin Shoulder Elb*. 2020;23(3):125-30.
22. Lawrence RL, Moutzouros V, Bey MJ. Asymptomatic Rotator Cuff Tears. *JBJS Rev*. 2019;7(6):e9.
23. Fehringer EV, Sun J, VanOeveren LS, Keller BK, Matsen Iii FA. Full-thickness rotator cuff tear prevalence and correlation with function and co-morbidities in patients sixty-five years and older. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2008;17(6):881-5.
24. Charousset C, Bellaiche L, Kalra K, Petrover D. Arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears: is there tendon healing in patients aged 65 years or older? *Arthroscopy*. 2010;26(3):302-9.
25. Plachel F, Siegert P, Rüttershoff K, Thiele K, Akgün D, Moroder P, et al. Long-term Results of Arthroscopic Rotator Cuff Repair: A Follow-up Study Comparing Single-Row Versus Double-Row Fixation Techniques. *Am J Sports Med*. 2020;48(7):1568-74.
26. Saltzman BM, Jain A, Campbell KA, Mascarenhas R, Romeo AA, Verma NN, et al. Does the Use of Platelet-Rich Plasma at the Time of Surgery Improve Clinical Outcomes in Arthroscopic Rotator Cuff Repair When Compared With Control Cohorts? A Systematic Review of Meta-analyses. *Arthroscopy*. 2016;32(5):906-18.
27. Mall NA, Tanaka MJ, Choi LS, Paletta GA, Jr. Factors affecting rotator cuff healing. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(9):778-88.
28. AWMF, (DGOOC) DGfOuOC [Leitlinie]. 2017;Pages. Accessed at AWMF at www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/033-041I_S2e_Rotatorenmanschette_2017-04_02.pdf on 13.10.2017 2017.
29. Mollison S, Shin JJ, Glogau A, Beavis RC. Postoperative Rehabilitation After Rotator Cuff Repair: A Web-Based Survey of AANA and AOSSM Members. *Orthop J Sports Med*. 2017;5(1):2325967116684775.

30. Parsons BO, Gruson KI, Chen DD, Harrison AK, Gladstone J, Flatow EL. Does slower rehabilitation after arthroscopic rotator cuff repair lead to long-term stiffness? *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(7):1034-9.
31. Huang R, Wang S, Wang Y, Qin X, Sun Y. Systematic Review of All-Arthroscopic Versus Mini-Open Repair of Rotator Cuff Tears: A Meta-Analysis. *Scientific Reports.* 2016;6:22857.
32. Huang R, Wang S, Wang Y, Qin X, Sun Y. Systematic Review of All-Arthroscopic Versus Mini-Open Repair of Rotator Cuff Tears: A Meta-Analysis. *Sci Rep.* 2016;6:22857.
33. Lehman C, Cuomo F, Kummer FJ, Zuckerman JD. The incidence of full thickness rotator cuff tears in a large cadaveric population. *Bull Hosp Jt Dis.* 1995;54(1):30-1.
34. Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(1):10-5.
35. Lazarides AL, Alentorn-Geli E, Choi JH, Stuart JJ, Lo IK, Garrigues GE, et al. Rotator cuff tears in young patients: a different disease than rotator cuff tears in elderly patients. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(11):1834-43.
36. Roquelaure Y, Ha C, Rouillon C, Fouquet N, Leclerc A, Descatha A, et al. Risk factors for upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Rheum.* 2009;61(10):1425-34.
37. MacKechnie MA, Chahal J, Wasserstein D, Theodoropoulos JS, Henry P, Dwyer T. Repair of full-thickness rotator cuff tears in patients aged younger than 55 years. *Arthroscopy.* 2014;30(10):1366-71.
38. Applegate KA, Thiese MS, Merryweather AS, Kapellusch J, Drury DL, Wood E, et al. Association Between Cardiovascular Disease Risk Factors and Rotator Cuff Tendinopathy: A Cross-Sectional Study. *J Occup Environ Med.* 2017;59(2):154-60.
39. Viikari-Juntura E, Shiri R, Solovieva S, Karppinen J, Leino-Arjas P, Varonen H, et al. Risk factors of atherosclerosis and shoulder pain--is there an association? A systematic review. *Eur J Pain.* 2008;12(4):412-26.
40. Miranda H, Viikari-Juntura E, Heistaro S, Heliovaara M, Riihimaki H. A population study on differences in the determinants of a specific shoulder disorder versus nonspecific shoulder pain without clinical findings. *Am J Epidemiol.* 2005;161(9):847-55.
41. Huang SW, Wang WT, Chou LC, Liou TH, Chen YW, Lin HW. Diabetes mellitus increases the risk of rotator cuff tear repair surgery: A population-based cohort study. *J Diabetes Complications.* 2016;30(8):1473-7.
42. Cole A, Gill TK, Shanahan EM, Phillips P, Taylor AW, Hill CL. Is diabetes associated with shoulder pain or stiffness? Results from a population based study. *J Rheumatol.* 2009;36(2):371-7.
43. Wendelboe AM, Hegmann KT, Gren LH, Alder SC, White GL, Jr., Lyon JL. Associations between body-mass index and surgery for rotator cuff tendinitis. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-a(4):743-7.
44. Rechart M, Shiri R, Karppinen J, Jula A, Heliovaara M, Viikari-Juntura E. Lifestyle and metabolic factors in relation to shoulder pain and rotator cuff tendinitis: a population-based study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11:165.
45. Gumina S, Candela V, Passaretti D, Latino G, Venditto T, Mariani L, et al. The association between body fat and rotator cuff tear: the influence on rotator cuff tear sizes. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(11):1669-74.

46. Djerbi I, Chammas M, Mirous MP, Lazerges C, Coulet B. Impact of cardiovascular risk factor on the prevalence and severity of symptomatic full-thickness rotator cuff tears. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015;101(6 Suppl):S269-73.
47. Gumina S, Arceri V, Carbone S, Albino P, Passaretti D, Campagna V, et al. The association between arterial hypertension and rotator cuff tear: the influence on rotator cuff tear sizes. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(2):229-32.
48. Skov T, Borg V, Orhede E. Psychosocial and physical risk factors for musculoskeletal disorders of the neck, shoulders, and lower back in salespeople. *Occup Environ Med.* 1996;53(5):351-6.
49. Kaergaard A, Andersen JH. Musculoskeletal disorders of the neck and shoulders in female sewing machine operators: prevalence, incidence, and prognosis. *Occup Environ Med.* 2000;57(8):528-34.
50. Baumgarten KM, Gerlach D, Galatz LM, Teefey SA, Middleton WD, Ditsios K, et al. Cigarette smoking increases the risk for rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(6):1534-41.
51. Silverstein BA, Bao SS, Fan ZJ, Howard N, Smith C, Spielholz P, et al. Rotator cuff syndrome: personal, work-related psychosocial and physical load factors. *J Occup Environ Med.* 2008;50(9):1062-76.
52. Longo UG, Franceschi F, Spiezia F, Forriol F, Maffulli N, Denaro V. Triglycerides and total serum cholesterol in rotator cuff tears: do they matter? *Br J Sports Med.* 2010;44(13):948-51.
53. Abboud JA, Kim JS. The effect of hypercholesterolemia on rotator cuff disease. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(6):1493-7.
54. Dabija DI, Gao C, Edwards TL, Kuhn JE, Jain NB. Genetic and familial predisposition to rotator cuff disease: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017.
55. Tashjian RZ, Granger EK, Farnham JM, Cannon-Albright LA, Teerlink CC. Genome-wide association study for rotator cuff tears identifies two significant single-nucleotide polymorphisms. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2016;25(2):174-9.
56. Razmjou H, Lincoln S, Macritchie I, Richards RR, Medeiros D, Elmaraghy A. Sex and gender disparity in pathology, disability, referral pattern, and wait time for surgery in workers with shoulder injury. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17(1):401.
57. Kuhn JE, Dunn WR, Sanders R, An Q, Baumgarten KM, Bishop JY, 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):1371-9.
58. Kuhn JE. Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: a systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(1):138-60.
59. Baumer TG, Chan D, Mende V, Dischler J, Zael R, van Holsbeeck M, et al. Effects of Rotator Cuff Pathology and Physical Therapy on In Vivo Shoulder Motion and Clinical Outcomes in Patients With a Symptomatic Full-Thickness Rotator Cuff Tear. *Orthop J Sports Med.* 2016;4(9):2325967116666506.
60. Lee WH, Do HK, Lee JH, Kim BR, Noh JH, Choi SH, et al. Clinical Outcomes of Conservative Treatment and Arthroscopic Repair of Rotator Cuff Tears: A Retrospective Observational Study. *Ann Rehabil Med.* 2016;40(2):252-62.

61. Kukkonen J, Joukainen A, Lehtinen J, Mattila KT, Tuominen EK, Kauko T, et al. Treatment of Nontraumatic Rotator Cuff Tears: A Randomized Controlled Trial with Two Years of Clinical and Imaging Follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(21):1729-37.
62. Moosmayer S, Gartner AV, Tariq R. The natural course of nonoperatively treated rotator cuff tears: an 8.8-year follow-up of tear anatomy and clinical outcome in 49 patients. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017.
63. Keener JD, Galatz LM, Teefey SA, Middleton WD, Steger-May K, Stobbs-Cucchi G, et al. A prospective evaluation of survivorship of asymptomatic degenerative rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(2):89-98.
64. Maman E, Craig H, Lawrence W, Tomlinson G, Shashank M, Boynton E. Outcome of nonoperative treatment of symptomatic rotator cuff tears monitored by magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:1898–906.
65. Zingg PO, Jost B, Sukthankar A, Buhler M, Pfirrmann CW, Gerber C. Clinical and structural outcomes of nonoperative management of massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(9):1928-34.
66. Dunn WR, Kuhn JE, Sanders R, An Q, Baumgarten KM, Bishop JY, et al. 2013 Neer Award: predictors of failure of nonoperative treatment of chronic, symptomatic, full-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(8):1303-11.
67. Saccomanno MF, Sircana G, Cazzato G, Donati F, Randelli P, Milano G. Prognostic factors influencing the outcome of rotator cuff repair: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(12):3809-19.
68. Moosmayer S, Lund G, Seljom U, Svege I, Hennig T, Tariq R, et al. Comparison between surgery and physiotherapy in the treatment of small and medium-sized tears of the rotator cuff: A randomised controlled study of 103 patients with one-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(1):83-91.
69. Unruh KP, Kuhn JE, Sanders R, An Q, Baumgarten KM, Bishop JY, et al. The duration of symptoms does not correlate with rotator cuff tear severity or other patient-related features: a cross-sectional study of patients with atraumatic, full-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(7):1052-8.
70. Zhang Q, Ge H, Zhou J, Yuan C, Chen K, Cheng B. Single-row or double-row fixation technique for full-thickness rotator cuff tears: a meta-analysis. *PLoS One.* 2013;8(7):e68515.
71. DeHaan AM, Axelrad TW, Kaye E, Silvestri L, Puskas B, Foster TE. Does double-row rotator cuff repair improve functional outcome of patients compared with single-row technique? A systematic review. *Am J Sports Med.* 2012;40(5):1176-85.
72. Nazari G, MacDermid JC, Bryant D, Dewan N, Athwal GS. Effects of arthroscopic vs. mini-open rotator cuff repair on function, pain & range of motion. A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2019;14(10):e0222953.
73. van der Zwaal P, Thomassen BJ, Nieuwenhuijse MJ, Lindenburg R, Swen JW, van Arkel ER. 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):266-73.
74. Kasten P, Keil C, Grieser T, Raiss P, Streich N, Loew M. Prospective randomised comparison of arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair of the supraspinatus tendon. *Int Orthop.* 2011;35(11):1663-70.

75. Cho CH, Song KS, Jung GH, Lee YK, Shin HK. Early postoperative outcomes between arthroscopic and mini-open repair for rotator cuff tears. *Orthopedics*. 2012;35(9):e1347-52.
76. Barnes LA, Kim HM, Caldwell JM, Buza J, Ahmad CS, Bigliani LU, et al. Satisfaction, function and repair integrity after arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair. *Bone Joint J*. 2017;99-B(2):245-9.
77. Bishop J, Klepps S, Lo IK, Bird J, Gladstone JN, Flatow EL. Cuff integrity after arthroscopic versus open rotator cuff repair: a prospective study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2006;15(3):290-9.
78. Lindley K, Jones GL. Outcomes of arthroscopic versus open rotator cuff repair: a systematic review of the literature. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2010;39(12):592-600.
79. Duquin TR, Buyea C, Bisson LJ. Which method of rotator cuff repair leads to the highest rate of structural healing? A systematic review. *Am J Sports Med*. 2010;38(4):835-41.
80. Shan L, Fu D, Chen K, Cai Z, Li G. All-Arthroscopic versus Mini-Open Repair of Small to Large Sized Rotator Cuff Tears: A Meta-Analysis of Clinical Outcomes. *PLOS ONE*. 2014;9(4):e94421.
81. Depres-Tremblay G, Chevrier A, Snow M, Hurtig MB, Rodeo S, Buschmann MD. Rotator cuff repair: a review of surgical techniques, animal models, and new technologies under development. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(12):2078-85.
82. Hein J, Reilly JM, Chae J, Maerz T, Anderson K. Retear Rates After Arthroscopic Single-Row, Double-Row, and Suture Bridge Rotator Cuff Repair at a Minimum of 1 Year of Imaging Follow-up: A Systematic Review. *Arthroscopy*. 2015;31(11):2274-81.
83. Gohlke F, Rolf O, Böhm D. Offene Rekonstruktion der Rotatorenmanschette. *Der Orthopäde*. 2007;36(9):834-47.
84. Park MC, Cadet ER, Levine WN, Bigliani LU, Ahmad CS. Tendon-to-bone pressure distributions at a repaired rotator cuff footprint using transosseous suture and suture anchor fixation techniques. *Am J Sports Med*. 2005;33(8):1154-9.
85. Rickert M, Witzel U, Kölbl R, Georgousis H. Primary strength of conventional and alternative suture techniques of the rotator cuff. A biomechanical study. *Unfallchirurg*. 2002;105(1):23-30.
86. Gerhardt C, Hug K, Pauly S, Marnitz T, Scheibel M. Arthroscopic single-row modified mason-allen repair versus double-row suture bridge reconstruction for supraspinatus tendon tears: a matched-pair analysis. *Am J Sports Med*. 2012;40(12):2777-85.
87. Baleani M, Ohman C, Guandalini L, Rotini R, Giavaresi G, Traina F, et al. Comparative study of different tendon grasping techniques for arthroscopic repair of the rotator cuff. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(8):799-803.
88. Burkhart SS, Johnson TC, Wirth MA, Athanasiou KA. Cyclic loading of transosseous rotator cuff repairs: tension overload as a possible cause of failure. *Arthroscopy*. 1997;13(2):172-6.
89. Klinger HM, Steckel H, Spahn G, Buchhorn GH, Baums MH. Biomechanical comparison of double-loaded suture anchors using arthroscopic Mason-Allen stitches versus traditional transosseous suture technique and modified Mason-Allen stitches for rotator cuff repair. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2007;22(1):106-11.

90. Boszotta H, Prunner K. Arthroscopically assisted rotator cuff repair. *Arthroscopy*. 2004;20(6):620-6.
91. M. AP, P. B. The long head of biceps and associated tendinopathy. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 2007;89-B(8):1001-9.
92. Na Y, Zhu Y, Yuting Shi Y, Ren Y, Zhang T, Liu W, et al. A meta-analysis comparing tenotomy or tenodesis for lesions of the long head of the biceps tendon with concomitant reparable rotator cuff tears. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1).
93. Ge Ha, Zhang Q, Sun Y, Li J, Sun L, Cheng B. Tenotomy or Tenodesis for the Long Head of Biceps Lesions in Shoulders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*. 2015;10(3):e0121286.
94. Leroux T, Chahal J, Wasserstein D, Verma NN, Romeo AA. A Systematic Review and Meta-analysis Comparing Clinical Outcomes After Concurrent Rotator Cuff Repair and Long Head Biceps Tenodesis or Tenotomy. *Sports Health*. 2015;7(4):303-7.
95. Lee HJ, Jeong JY, Kim CK, Kim YS. Surgical treatment of lesions of the long head of the biceps brachii tendon with rotator cuff tear: a prospective randomized clinical trial comparing the clinical results of tenotomy and tenodesis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(7):1107-14.
96. Koh KH, Ahn JH, Kim SM, Yoo JC. Treatment of biceps tendon lesions in the setting of rotator cuff tears: prospective cohort study of tenotomy versus tenodesis. *Am J Sports Med*. 2010;38(8):1584-90.
97. Franceschi F, Longo UG, Ruzzini L, Papalia R, Rizzello G, Denaro V. To detach the long head of the biceps tendon after tenodesis or not: outcome analysis at the 4-year follow-up of two different techniques. *Int Orthop*. 2007;31(4):537-45.
98. Osbahr DC, Diamond AB, Speer KP. The cosmetic appearance of the biceps muscle after long-head tenotomy versus tenodesis. *Arthroscopy*. 2002;18(5):483-7.
99. Neer CS, 2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1972;54(1):41-50.
100. Bigliani LU, Ticker JB, Flatow EL, Soslowky LJ, Mow VC. The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease. *Clin Sports Med*. 1991;10(4):823-38.
101. Wirth CJ, Mutschler W, Kohn D, Pohlemann T, u.a. *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie*. Stuttgart (u.a.): Georg Thieme Verlag; 2014.
102. Song L, Miao L, Zhang P, Wang WL. Does concomitant acromioplasty facilitate arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears? A meta-analysis with trial sequential analysis of randomized controlled trials. *Springerplus*. 2016;5(1):685.
103. Shin SJ, Oh JH, Chung SW, Song MH. The efficacy of acromioplasty in the arthroscopic repair of small- to medium-sized rotator cuff tears without acromial spur: prospective comparative study. *Arthroscopy*. 2012;28(5):628-35.
104. Chahal J, Mall N, MacDonald PB, Van Thiel G, Cole BJ, Romeo AA, 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):720-7.
105. Pedowitz RA, Yamaguchi K, Ahmad CS, Burks RT, Flatow EL, Green A, et al. American Academy of Orthopaedic Surgeons Clinical Practice Guideline on:

- Optimizing the Management of Rotator Cuff Problems. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(2):163-7.
106. Herrmann SJ, Jaeger M, Mehl J, Maier D, Izadpanah K, Ogon P, et al. Schulter – Rotatorenmanschette. *OP-JOURNAL*. 2013;29(03):248-59.
 107. Razmjou H, ElMaraghy A, Dwyer T, Fournier-Gosselin S, Devereaux M, Holtby R. Outcome of distal clavicle resection in patients with acromioclavicular joint osteoarthritis and full-thickness rotator cuff tear. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(2):585-90.
 108. Steinbeck J, Schneider M, Potzl W, Witt KA, Liljenqvist U. [Comparison of the results of the surgical repair of full-thickness tears of the rotator cuff with and without resection of the lateral clavicle]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2002;140(4):385-9.
 109. Park YB, Koh KH, Shon MS, Park YE, Yoo JC. Arthroscopic distal clavicle resection in symptomatic acromioclavicular joint arthritis combined with rotator cuff tear: a prospective randomized trial. *Am J Sports Med*. 2015;43(4):985-90.
 110. Oh JH, Kim JY, Choi JH, Park SM. Is arthroscopic distal clavicle resection necessary for patients with radiological acromioclavicular joint arthritis and rotator cuff tears? A prospective randomized comparative study. *Am J Sports Med*. 2014;42(11):2567-73.
 111. Carpenter JE, Thomopoulos S, Flanagan CL, DeBano CM, Soslowky LJ. Rotator cuff defect healing: a biomechanical and histologic analysis in an animal model. *J Shoulder Elbow Surg*. 1998;7(6):599-605.
 112. Conti M, Garofalo R, Delle Rose G, Massazza G, Vinci E, Randelli M, et al. Post-operative rehabilitation after surgical repair of the rotator cuff. *Chir Organi Mov*. 2009;93 Suppl 1:S55-63.
 113. Haering D, Blache Y, Raison M, Begon M. Mechanical risk of rotator cuff repair failure during passive movements: A simulation-based study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2015;30(10):1181-8.
 114. Edelstein L, Thomas SJ, Soslowky LJ. Rotator cuff tears: what have we learned from animal models? *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2011;11(2):150-62.
 115. Thomopoulos S, Williams GR, Soslowky LJ. Tendon to bone healing: differences in biomechanical, structural, and compositional properties due to a range of activity levels. *J Biomech Eng*. 2003;125(1):106-13.
 116. Peltz CD, Sarver JJ, Dourte LM, Wurgler-Hauri CC, Williams GR, Soslowky LJ. Exercise following a short immobilization period is detrimental to tendon properties and joint mechanics in a rat rotator cuff injury model. *J Orthop Res*. 2010;28(7):841-5.
 117. Galatz LM, Charlton N, Das R, Kim HM, Havlioglu N, Thomopoulos S. Complete removal of load is detrimental to rotator cuff healing. *J Shoulder Elbow Surg*. 2009;18(5):669-75.
 118. Sarver JJ, Peltz CD, Dourte L, Reddy S, Williams GR, Soslowky LJ. After rotator cuff repair, stiffness--but not the loss in range of motion--increased transiently for immobilized shoulders in a rat model. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(1 Suppl):108s-13s.
 119. Duplay S. De la pé ri-arthritis scapulo-humé rale et des raideurs de l'é paule qui en sont la consequence. *Arch Gen Med*. 1872;20:513-4.
 120. Zuckerman JD, Rokito A. Frozen shoulder: a consensus definition. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(2):322-5.

121. Audige L, Blum R, Muller AM, Flury M, Durchholz H. Complications Following Arthroscopic Rotator Cuff Tear Repair: A Systematic Review of Terms and Definitions With Focus on Shoulder Stiffness. *Orthop J Sports Med.* 2015;3(6):2325967115587861.
122. Chung SW, Huong CB, Kim SH, Oh JH. Shoulder stiffness after rotator cuff repair: risk factors and influence on outcome. *Arthroscopy.* 2013;29(2):290-300.
123. Mansat P, Cofield RH, Kersten TE, Rowland CM. Complications of rotator cuff repair. *Orthop Clin North Am.* 1997;28(2):205-13.
124. Huberty DP, Schoolfield JD, Brady PC, Vadala AP, Arrigoni P, Burkhart SS. Incidence and treatment of postoperative stiffness following arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy.* 2009;25(8):880-90.
125. Brislin KJ, Field LD, Savoie FH, 3rd. Complications after arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy.* 2007;23(2):124-8.
126. Mormino MA, Gross RM, McCarthy JA. Captured shoulder: a complication of rotator cuff surgery. *Arthroscopy.* 1996;12(4):457-61.
127. Galetta MD, Keller RE, Sabbag OD, Linderman SE, Fury MS, Medina G, et al. Rehabilitation Variability After Rotator Cuff Repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2021.
128. Kim YS, Chung SW, Kim JY, Ok JH, Park I, Oh JH. Is early passive motion exercise necessary after arthroscopic rotator cuff repair? *Am J Sports Med.* 2012;40(4):815-21.
129. Jackson M, Tetreault P, Allard P, Begon M. Optimal shoulder immobilization postures following surgical repair of rotator cuff tears: a simulation analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(8):1011-8.
130. Hollman F, Wolterbeek N, Zijl JAC, van Egeraat SPM, Wessel RN. Abduction Brace Versus Antirotation Sling After Arthroscopic Cuff Repair: The Effects on Pain and Function. *Arthroscopy.* 2017.
131. Tirefort J, Schwitzgubel AJ, Collin P, Nowak A, Plomb-Holmes C, Ladermann A. Postoperative Mobilization After Superior Rotator Cuff Repair: Sling Versus No Sling: A Randomized Prospective Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101(6):494-503.
132. Warner JJ. *Complex and revision problems in shoulder surgery.* 2 ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 2005.
133. Weber SC, Abrams JS, Nottage WM. Complications associated with arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy.* 2002;18(2 Suppl 1):88-95.
134. Houck DA, Kraeutler MJ, Schuette HB, McCarty EC, Bravman JT. Early Versus Delayed Motion After Rotator Cuff Repair. *Am J Sports Med.* 2017:363546517692543.
135. Chan K, MacDermid JC, Hoppe DJ, Ayeni OR, Bhandari M, Foote CJ, et al. Delayed versus early motion after arthroscopic rotator cuff repair: a meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(11):1631-9.
136. Frank JB, ElAttrache NS, Dines JS, Blackburn A, Crues J, Tibone JE. Repair site integrity after arthroscopic transosseous-equivalent suture-bridge rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2008;36(8):1496-503.
137. Kluczynski MA, Isenburg MM, Marzo JM, Bisson LJ. Does Early Versus Delayed Active Range of Motion Affect Rotator Cuff Healing After Surgical Repair? A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016;44(3):785-91.

138. Liem D, Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P. Arthroscopic rotator cuff repair in overhead-throwing athletes. *Am J Sports Med.* 2008;36(7):1317-22.
139. Kluczynski MA, Nayyar S, Marzo JM, Bisson LJ. Early Versus Delayed Passive Range of Motion After Rotator Cuff Repair: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2015;43(8):2057-63.
140. Geyer S, Schoch C, Nelitz M, Geyer M. [Mid-Term Clinical Results after Open Rotator Cuff Reconstruction in Double-Row Technique with Titanium Anchor Screws]. *Z Orthop Unfall.* 2015;153(4):399-407.
141. Robinson HA, Lam PH, Walton JR, Murrell GA. The effect of rotator cuff repair on early overhead shoulder function: a study in 1600 consecutive rotator cuff repairs. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(1):20-9.
142. Chung SW, Oh JH, Gong HS, Kim JY, Kim SH. Factors affecting rotator cuff healing after arthroscopic repair: osteoporosis as one of the independent risk factors. *Am J Sports Med.* 2011;39(10):2099-107.
143. Kjær BH, Magnusson SP, Henriksen M, Warming S, Boyle E, Krogsgaard MR, et al. Effects of 12 Weeks of Progressive Early Active Exercise Therapy After Surgical Rotator Cuff Repair: 12 Weeks and 1-Year Results From the CUT-N-MOVE Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2021;49(2):321-31.
144. Iannotti JP, Deutsch A, Green A, Rudicel S, Christensen J, Marraffino S, et al. Time to failure after rotator cuff repair: a prospective imaging study. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(11):965-71.
145. Koh KH, Laddha MS, Lim TK, Park JH, Yoo JC. Serial structural and functional assessments of rotator cuff repairs: do they differ at 6 and 19 months postoperatively? *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21(7):859-66.
146. Charousset C, Grimberg J, Duranthon LD, Bellaiche L, Petrover D, Kalra K. The time for functional recovery after arthroscopic rotator cuff repair: correlation with tendon healing controlled by computed tomography arthrography. *Arthroscopy.* 2008;24(1):25-33.
147. Namdari S, Donegan RP, Chamberlain AM, Galatz LM, Yamaguchi K, Keener JD. Factors affecting outcome after structural failure of repaired rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(2):99-105.
148. Oh JH, Kim SH, Ji HM, Jo KH, Bin SW, Gong HS. Prognostic factors affecting anatomic outcome of rotator cuff repair and correlation with functional outcome. *Arthroscopy.* 2009;25(1):30-9.
149. Yang J, Jr., Robbins M, Reilly J, Maerz T, Anderson K. The Clinical Effect of a Rotator Cuff Retear. *Am J Sports Med.* 2017;45(3):733-41.
150. Robinson PM, Wilson J, Dalal S, Parker RA, Norburn P, Roy BR. Rotator cuff repair in patients over 70 years of age: early outcomes and risk factors associated with re-tear. *Bone Joint J.* 2013;95-b(2):199-205.
151. Nho SJ, Shindle MK, Adler RS, Warren RF, Altchek DW, MacGillivray JD. Prospective analysis of arthroscopic rotator cuff repair: subgroup analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(5):697-704.
152. Garcia GH, Liu JN, Degen RM, Johnson CC, Wong A, Dines DM, et al. Higher critical shoulder angle increases the risk of re-tear after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(2):241-5.
153. Saraswat MK, Styles-Tripp F, Beaupre LA, Luciak-Corea C, Otto D, Lalani A, et al. Functional Outcomes and Health-Related Quality of Life After Surgical Repair of Full-Thickness Rotator Cuff Tears Using a Mini-Open Technique: A Concise 10-Year Follow-up of a Previous Report. *Am J Sports Med.* 2015;43(11):2794-9.

154. Killian ML, Cavinatto LM, Ward SR, Havlioglu N, Thomopoulos S, Galatz LM. Chronic Degeneration Leads to Poor Healing of Repaired Massive Rotator Cuff Tears in Rats. *Am J Sports Med.* 2015;43(10):2401-10.
155. Tan M, Lam PH, Le BT, Murrell GA. Trauma versus no trauma: an analysis of the effect of tear mechanism on tendon healing in 1300 consecutive patients after arthroscopic rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(1):12-21.
156. Duncan NS, Booker SJ, Gooding BW, Geoghegan J, Wallace WA, Manning PA. Surgery within 6 months of an acute rotator cuff tear significantly improves outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(12):1876-80.
157. Fox AJ, Schar MO, Wanivenhaus F, Chen T, Attia E, Binder NB, et al. Fluoroquinolones impair tendon healing in a rat rotator cuff repair model: a preliminary study. *Am J Sports Med.* 2014;42(12):2851-9.
158. Cancienne JM, Brockmeier SF, Rodeo SA, Young C, Werner BC. Early postoperative fluoroquinolone use is associated with an increased revision rate after arthroscopic rotator cuff repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016.
159. Kirsch JM, Nathani A, Robbins C, Gagnier JJ, Bedi A, Miller BS. Is There an Association Between the "Critical Shoulder Angle" and Clinical Outcome after Rotator Cuff Repair? *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2016;4(7_suppl4):2325967116S00193.
160. Chalmers PN, Salazar D, Steger-May K, Chamberlain AM, Yamaguchi K, Keener JD. Does the Critical Shoulder Angle Correlate With Rotator Cuff Tear Progression? *Clin Orthop Relat Res.* 2017.
161. Park JS, Park HJ, Kim SH, Oh JH. Prognostic Factors Affecting Rotator Cuff Healing After Arthroscopic Repair in Small to Medium-sized Tears. *Am J Sports Med.* 2015;43(10):2386-92.
162. Yeo DY, Walton JR, Lam P, Murrell GA. The Relationship Between Intraoperative Tear Dimensions and Postoperative Pain in 1624 Consecutive Arthroscopic Rotator Cuff Repairs. *Am J Sports Med.* 2016:363546516675168.
163. Toussaint B, Schnaser E, Bosley J, Lefebvre Y, Gobezie R. Early structural and functional outcomes for arthroscopic double-row transosseous-equivalent rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1217-25.
164. Tashjian RZ. Epidemiology, natural history, and indications for treatment of rotator cuff tears. *Clin Sports Med.* 2012;31(4):589-604.
165. Chung SW, Kim JY, Kim MH, Kim SH, Oh JH. Arthroscopic repair of massive rotator cuff tears: outcome and analysis of factors associated with healing failure or poor postoperative function. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):1674-83.
166. Flurin PH, Hardy P, Abadie P, Boileau P, Collin P, Deranlot J, et al. Arthroscopic repair of the rotator cuff: prospective study of tendon healing after 70 years of age in 145 patients. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99(8 Suppl):S379-84.
167. Raman J, Walton D, MacDermid JC, Athwal GS. Predictors of outcomes after rotator cuff repair-A meta-analysis. *J Hand Ther.* 2017.
168. Khair MM, Lehman J, Tsouris N, Gulotta LV. A Systematic Review of Preoperative Fatty Infiltration and Rotator Cuff Outcomes. *Hss j.* 2016;12(2):170-6.

169. Thomazeau H, Boukobza E, Morcet N, Chaperon J, Langlais F. Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1997(344):275-83.
170. Jeong JY, Chung PK, Lee SM, Yoo JC. Supraspinatus muscle occupation ratio predicts rotator cuff reparability. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017.
171. Hamano N, Yamamoto A, Shitara H, Ichinose T, Shimoyama D, Sasaki T, et al. Does successful rotator cuff repair improve muscle atrophy and fatty infiltration of the rotator cuff? A retrospective magnetic resonance imaging study performed shortly after surgery as a reference. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017.
172. Chung SW, Kim SH, Tae SK, Yoon JP, Choi JA, Oh JH. Is the supraspinatus muscle atrophy truly irreversible after surgical repair of rotator cuff tears? *Clin Orthop Surg*. 2013;5(1):55-65.
173. Lhee SH, Singh AK, Lee DY. Does magnetic resonance imaging appearance of supraspinatus muscle atrophy change after repairing rotator cuff tears? *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(3):416-23.
174. Lambers Heerspink FO, Dorrestijn O, van Raay JJ, Diercks RL. Specific patient-related prognostic factors for rotator cuff repair: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(7):1073-80.
175. Robertson CM, Chen CT, Shindle MK, Cordasco FA, Rodeo SA, Warren RF. Failed healing of rotator cuff repair correlates with altered collagenase and gelatinase in supraspinatus and subscapularis tendons. *Am J Sports Med*. 2012;40(9):1993-2001.
176. Bedi A, Fox AJ, Kovacevic D, Deng XH, Warren RF, Rodeo SA. Doxycycline-mediated inhibition of matrix metalloproteinases improves healing after rotator cuff repair. *Am J Sports Med*. 2010;38(2):308-17.
177. Vastamaki H, Vastamaki M. Postoperative stiff shoulder after open rotator cuff repair: a 3- to 20-year follow-up study. *Scand J Surg*. 2014;103(4):263-70.
178. Trenerry K, Walton JR, Murrell GA. Prevention of shoulder stiffness after rotator cuff repair. *Clin Orthop Relat Res*. 2005(430):94-9.
179. Namdari S, Green A. Range of motion limitation after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19(2):290-6.
180. Tauro JC. Stiffness and rotator cuff tears: incidence, arthroscopic findings, and treatment results. *Arthroscopy*. 2006;22(6):581-6.
181. Tashjian RZ, Hollins AM, Kim HM, Teefey SA, Middleton WD, Steger-May K, et al. Factors affecting healing rates after arthroscopic double-row rotator cuff repair. *Am J Sports Med*. 2010;38(12):2435-42.
182. Chen AL, Shapiro JA, Ahn AK, Zuckerman JD, Cuomo F. Rotator cuff repair in patients with type I diabetes mellitus. *J Shoulder Elbow Surg*. 2003;12(5):416-21.
183. Seo SS, Choi JS, An KC, Kim JH, Kim SB. The factors affecting stiffness occurring with rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;21(3):304-9.
184. Severud EL, Ruotolo C, Abbott DD, Nottage WM. All-arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: A long-term retrospective outcome comparison. *Arthroscopy*. 2003;19(3):234-8.
185. McCormack R, Bovard J. Early functional rehabilitation or cast immobilisation for the postoperative management of acute Achilles tendon rupture? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. 2015;49(20):1329-35.

186. Mortensen HM, Skov O, Jensen PE. Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81(7):983-90.
187. Noyes FR, Mangine RE, Barber S. Early knee motion after open and arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1987;15(2):149-60.
188. Bigliani LU, Cordasco FA, McIlveen SJ, Musso ES. Operative treatment of failed repairs of the rotator cuff *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(10):1505-15.
189. Denard PJ, Ladermann A, Burkhart SS. Prevention and management of stiffness after arthroscopic rotator cuff repair: systematic review and implications for rotator cuff healing. *Arthroscopy.* 2011;27(6):842-8.
190. Chang KV, Hung CY, Han DS, Chen WS, Wang TG, Chien KL. Early Versus Delayed Passive Range of Motion Exercise for Arthroscopic Rotator Cuff Repair: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med.* 2015;43(5):1265-73.
191. Shen C, Tang ZH, Hu JZ, Zou GY, Xiao RC, Yan DX. Does immobilization after arthroscopic rotator cuff repair increase tendon healing? A systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(9):1279-85.
192. Chen L, Peng K, Zhang D, Peng J, Xing F, Xiang Z. Rehabilitation protocol after arthroscopic rotator cuff repair: early versus delayed motion. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(6):8329-38.
193. Riboh JC, Garrigues GE. Early passive motion versus immobilization after arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy.* 2014;30(8):997-1005.
194. Li S, Sun H, Luo X, Wang K, Wu G, Zhou J, et al. The clinical effect of rehabilitation following arthroscopic rotator cuff repair: A meta-analysis of early versus delayed passive motion. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(2):e9625.
195. Bakti N, Antonios T, Phadke A, Singh B. Early versus delayed mobilization following rotator cuff repair. *J Clin Orthop Trauma.* 2019;10(2):257-60.
196. Saltzman BM, Zuke WA, Go B, Mascarenhas R, Verma NN, Cole BJ, et al. Does early motion lead to a higher failure rate or better outcomes after arthroscopic rotator cuff repair? A systematic review of overlapping meta-analyses. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017.
197. Mazuquin BF, Wright AC, Russell S, Monga P, Selfe J, Richards J. Effectiveness of early compared with conservative rehabilitation for patients having rotator cuff repair surgery: an overview of systematic reviews. *Br J Sports Med.* 2016.
198. Deutsch AA, Guelich D, Mundanthanam GJ, Govea C, Labiss J. The effect of rehabilitation on cuff integrity and range of motion following arthroscopic rotator cuff repair: A prospective, randomized study of a standard and decelerated rehabilitation protocol. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2007;16(2):e62.
199. Zhang Z, Gu B, Zhu W, Zhu L, Li Q. Arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: a prospective, randomized study with 24-month follow-up. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology.* 2014;24(6):845-50.
200. Downie WW, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Branco JA, Anderson JA. Studies with pain rating scales. *Ann Rheum Dis.* 1978;37(4):378-81.
201. DeLoach LJ, Higgins MS, Caplan AB, Stiff JL. The visual analog scale in the immediate postoperative period: intrasubject variability and correlation with a numeric scale. *Anesth Analg.* 1998;86(1):102-6.

202. Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs*. 2005;14(7):798-804.
203. Jensen MP, Smith DG, Ehde DM, Robinsin LR. Pain site and the effects of amputation pain: further clarification of the meaning of mild, moderate, and severe pain. *Pain*. 2001;91(3):317-22.
204. Breckenridge JD, McAuley JH. Shoulder Pain and Disability Index (SPADI). *J Physiother*. 2011;57(3):197.
205. Ferraz MB, Quaresma MR, Aquino LR, Atra E, Tugwell P, Goldsmith CH. Reliability of pain scales in the assessment of literate and illiterate patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol*. 1990;17(8):1022-4.
206. Young IA, Cleland JA, Michener LA, Brown C. Reliability, construct validity, and responsiveness of the neck disability index, patient-specific functional scale, and numeric pain rating scale in patients with cervical radiculopathy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2010;89(10):831-9.
207. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*. 1987(214):160-4.
208. Conboy VB, Morris RW, Kiss J, Carr AJ. An evaluation of the Constant-Murley shoulder assessment. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78(2):229-32.
209. Constant CR, Gerber C, Emery RJ, Sojbjerg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(2):355-61.
210. Hirschmann MT, Wind B, Amsler F, Gross T. Reliability of shoulder abduction strength measure for the Constant-Murley score. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(6):1565-71.
211. Milano G, Grasso A, Salvatore M, Zarelli D, Deriu L, Fabbriani C. Arthroscopic rotator cuff repair with and without subacromial decompression: a prospective randomized study. *Arthroscopy*. 2007;23(1):81-8.
212. Roy JS, MacDermid JC, Woodhouse LJ. Measuring shoulder function: a systematic review of four questionnaires. *Arthritis Rheum*. 2009;61(5):623-32.
213. Angst F, Schwyzer HK, Aeschlimann A, Simmen BR, Goldhahn J. Measures of adult shoulder function: Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (DASH) and its short version (QuickDASH), Shoulder Pain and Disability Index (SPADI), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Society standardized shoulder assessment form, Constant (Murley) Score (CS), Simple Shoulder Test (SST), Oxford Shoulder Score (OSS), Shoulder Disability Questionnaire (SDQ), and Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63 Suppl 11:S174-88.
214. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. *Classifications and Scores of the Shoulder*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2006.
215. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E. [Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire]. *Unfallchirurg*. 2003;106(1):13-9.
216. Richards RR, An KN, Bigliani LU, Friedman RJ, Gartsman GM, Gristina AG, et al. A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg*. 1994;3(6):347-52.
217. Michener LA, McClure PW, Sennett BJ. American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002;11(6):587-94.

218. Ware JE, Jr., Gandek B. Overview of the SF-36 Health Survey and the International Quality of Life Assessment (IQOLA) Project. *J Clin Epidemiol.* 1998;51(11):903-12.
219. Ware JE, Jr. SF-36 health survey update. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(24):3130-9.
220. Ware JE, Kosinski M. Interpreting SF-36 summary health measures: a response. *Qual Life Res.* 2001;10(5):405-13; discussion 15-20.
221. Bullinger M. German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: preliminary results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment. Soc Sci Med.* 1995;41(10):1359-66.
222. Bellach B-M, Ellert U, Radoschewski M. Der SF-36 im Bundes-Gesundheitssurvey. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz.* 2000;210-6.
223. Brazier JE, Harper R, Jones NM, O'Cathain A, Thomas KJ, Usherwood T, et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *Bmj.* 1992;305(6846):160-4.
224. Hunt SM, McEwen J. The development of a subjective health indicator. *Sociol Health Illn.* 1980;2(3):231-46.
225. Hunt SM, McKenna SP, McEwen J, Backett EM, Williams J, Papp E. A quantitative approach to perceived health status: a validation study. *J Epidemiol Community Health.* 1980;34(4):281-6.
226. Jenkinson C, Fitzpatrick R, Argyle M. The Nottingham Health Profile: an analysis of its sensitivity in differentiating illness groups. *Soc Sci Med.* 1988;27(12):1411-4.
227. Hunt SM, McEwen J, McKenna SP. Measuring health status: a new tool for clinicians and epidemiologists. *The Journal of the Royal College of General Practitioners.* 1985;35(273):185-8.
228. Busija L, Pausenberger E, Haines TP, Haymes S, Buchbinder R, Osborne RH. Adult measures of general health and health-related quality of life: Medical Outcomes Study Short Form 36-Item (SF-36) and Short Form 12-Item (SF-12) Health Surveys, Nottingham Health Profile (NHP), Sickness Impact Profile (SIP), Medical Outcomes Study Short Form 6D (SF-6D), Health Utilities Index Mark 3 (HUI3), Quality of Well-Being Scale (QWB), and Assessment of Quality of Life (AQoL). *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011;63 Suppl 11:S383-412.
229. Sivas F, Ercin O, Tanyolac O, Barca N, Aydog S, Ozoran K. The Nottingham Health Profile in rheumatoid arthritis: correlation with other health status measurements and clinical variables. *Rheumatol Int.* 2004;24(4):203-6.
230. Knahr K, Korn V, Kryspin-Exner I, Jagsch R. Lebensqualität von Patienten fünf jahre nach Knie-Arthroplastik. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete.* 2003;141(01):27-32.
231. Kohlmann T, Bullinger M, Kirchberger-Blumstein I. [German version of the Nottingham Health Profile (NHP): translation and psychometric validation]. *Soz Praventivmed.* 1997;42(3):175-85.
232. Leggin BG, Neuman RM, Iannotti JP, Williams GR, Thompson EC. Intrarater and interrater reliability of three isometric dynamometers in assessing shoulder strength. *J Shoulder Elbow Surg.* 1996;5(1):18-24.
233. Katolik LI, Romeo AA, Cole BJ, Verma NN, Hayden JK, Bach BR. Normalization of the Constant score. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2005;14(3):279-85.

234. Forthomme B, Dvir Z, Crielaard JM, Croisier JL. Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2011;31(3):227-32.
235. Leroux JL, Codine P, Thomas E, Pocholle M, Mailhe D, Blotman F. Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with impingement syndrome. *Clin Orthop Relat Res*. 1994(304):108-15.
236. Kelly BT, Kadrmaz WR, Speer KP. The manual muscle examination for rotator cuff strength. An electromyographic investigation. *Am J Sports Med*. 1996;24(5):581-8.
237. Kapandji AI, Rehart S. Funktionelle Anatomie der Gelenke - Schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik. Stuttgart New York: Thieme Verlag; 2016.
238. de Jesus JO, Parker L, Frangos AJ, Nazarian LN. Accuracy of MRI, MR arthrography, and ultrasound in the diagnosis of rotator cuff tears: a meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;192(6):1701-7.
239. Teefey SA, Rubin DA, Middleton WD, Hildebolt CF, Leibold RA, Yamaguchi K. Detection and quantification of rotator cuff tears. Comparison of ultrasonographic, magnetic resonance imaging, and arthroscopic findings in seventy-one consecutive cases. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-a(4):708-16.
240. Prickett WD, Teefey SA, Galatz LM, Calfee RP, Middleton WD, Yamaguchi K. Accuracy of ultrasound imaging of the rotator cuff in shoulders that are painful postoperatively. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-a(6):1084-9.
241. Guo LP, Wang WM, Wang YH, Liu YP, Yu XB, Ma XJ. Ultrasound in Assessment of Supraspinatus Tendon Injury: Correlation with Arthroscopy. *Chin Med J (Engl)*. 2016;129(3):361-3.
242. Gormeli C, Gormeli G, Yucesoy C, Ataoglu B, Kanatli U. Comparison of the results of ultrasonographic evaluation and arthroscopy in patients scheduled for surgery of the supraspinatus tendon rupture. *Ann Saudi Med*. 2014;34(6):522-6.
243. Roy JS, Braen C, Leblond J, Desmeules F, Dionne CE, MacDermid JC, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography, MRI and MR arthrography in the characterisation of rotator cuff disorders: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015;49(20):1316-28.
244. Collin P, Yoshida M, Delarue A, Lucas C, Jossaume T, Ladermann A. Evaluating postoperative rotator cuff healing: Prospective comparison of MRI and ultrasound. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015;101(6 Suppl):S265-8.
245. Codsí MJ, Rodeo SA, Scalise JJ, Moorehead TM, Ma CB. Assessment of rotator cuff repair integrity using ultrasound and magnetic resonance imaging in a multicenter study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2014;23(10):1468-72.
246. Lee KW, Yang DS, Chun TJ, Bae KW, Choy WS, Park HJ. A comparison of conventional ultrasonography and arthrosonography in the assessment of cuff integrity after rotator cuff repair. *Clin Orthop Surg*. 2014;6(3):336-42.
247. Yoo HJ, Choi JY, Hong SH, Kang Y, Park J, Kim SH, et al. Assessment of the Postoperative Appearance of the Rotator Cuff Tendon Using Serial Sonography After Arthroscopic Repair of a Rotator Cuff Tear. *J Ultrasound Med*. 2015;34(7):1183-90.
248. Vastamaki M, Lohman M, Borgmasters N. Rotator cuff integrity correlates with clinical and functional results at a minimum 16 years after open repair. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(2):554-61.

249. Mason ML, Allen HS. The rate of healing of tendons: an experimental study of tensile strength. *Ann Surg.* 1941;113(3):424-59.
250. Boehm TD, Werner A, Radtke S, Mueller T, Kirschner S, Gohlke F. 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):819-23.
251. Miller BS, Downie BK, Kohen RB, Kijek T, Lesniak B, Jacobson JA, et al. When do rotator cuff repairs fail? Serial ultrasound examination after arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2011;39(10):2064-70.
252. Kluger R, Bock P, Mittlbock M, Krampfl W, Engel A. Long-term survivorship of rotator cuff repairs using ultrasound and magnetic resonance imaging analysis. *Am J Sports Med.* 2011;39(10):2071-81.
253. Crass JR, Craig EV, Feinberg SB. Sonography of the postoperative rotator cuff. *AJR Am J Roentgenol.* 1986;146(3):561-4.
254. Barile A, Bruno F, Mariani S, Arrigoni F, Reginelli A, De Filippo M, et al. What can be seen after rotator cuff repair: a brief review of diagnostic imaging findings. *Musculoskelet Surg.* 2017.
255. Cammerer U, Habermeyer P, Plenck A, Huber R. [Ultrasound assessment of reconstructed rotator cuffs]. *Unfallchirurg.* 1992;95(12):608-12.
256. Barth J, Andrieu K, Fotiadis E, Hannink G, Barthelemy R, Saffarini M. Critical period and risk factors for retear following arthroscopic repair of the rotator cuff. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016.
257. Baysal D, Balyk R, Otto D, Luciak-Corea C, Beaupre L. Functional outcome and health-related quality of life after surgical repair of full-thickness rotator cuff tear using a mini-open technique. *Am J Sports Med.* 2005;33(9):1346-55.
258. Deutsch A, Guelich D, Mundanthanam G, Govea C, Labis J. The Effect of Rehabilitation on Cuff Integrity and Range of Motion Following Arthroscopic Rotator Cuff Repair: A Prospective, Randomized Study of a Standard vs. Decelerated Rehabilitation Protocol (SS-23); 2007.
259. Liu J, Fan L, Zhu Y, Yu H, Xu T, Li G. Comparison of clinical outcomes in all-arthroscopic versus mini-open repair of rotator cuff tears: A randomized clinical trial. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(11):e6322.
260. Antuna S, Barco R, Martinez Diez JM, Sanchez Marquez JM. Platelet-rich fibrin in arthroscopic repair of massive rotator cuff tears: a prospective randomized pilot clinical trial. *Acta Orthop Belg.* 2013;79(1):25-30.
261. Kim HM, Teefey SA, Zelig A, Galatz LM, Keener JD, Yamaguchi K. Shoulder Strength in Asymptomatic Individuals with Intact Compared with Torn Rotator Cuffs. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume.* 2009;91(2):289-96.
262. Cole BJ, McCarty LP, 3rd, Kang RW, Alford W, Lewis PB, Hayden JK. Arthroscopic rotator cuff repair: prospective functional outcome and repair integrity at minimum 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(5):579-85.
263. DeFranco MJ, Bershady B, Ciccone J, Yum JK, Iannotti JP. Functional outcome of arthroscopic rotator cuff repairs: a correlation of anatomic and clinical results. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(6):759-65.
264. Cho NS, Rhee YG. The factors affecting the clinical outcome and integrity of arthroscopically repaired rotator cuff tears of the shoulder. *Clin Orthop Surg.* 2009;1(2):96-104.

265. Denard PJ, Ladermann A, Brady PC, Narbona P, Adams CR, Arrigoni P, et al. Pseudoparalysis From a Massive Rotator Cuff Tear Is Reliably Reversed With an Arthroscopic Rotator Cuff Repair in Patients Without Preoperative Glenohumeral Arthritis. *Am J Sports Med.* 2015;43(10):2373-8.

Lebenslauf

Simone Volk

Beschäftigungen

- 02/2020 – aktuell** Assistenzärztin in der Unfallchirurgie des Klinikum Würzburg Mitte, Standort Juliusspital in Würzburg
- 01/2018 – 12/2019** Assistenzärztin in der Unfallchirurgie im Klinikum Main Spessart, Lohr am Main

Akademische Ausbildung

- 12/2016 – aktuell** Promotionsstudium an der Julius-Maximillian-Universität Würzburg mit dem Thema „*Prospektiv-randomisierte, kontrollierte Evaluation der Auswirkungen zweier postoperativer Nachbehandlungskonzepte auf die Rerupturrate nach operativer Rekonstruktion der Rotatorenmanschette*“
- 10/2012 – 12/2016** Medizinstudium an der Julius-Maximillian-Universität Würzburg
- 10/2010 – 09/2012** Medizinstudium an der Goethe-Universität Frankfurt a.M.

Schulischer Werdegang

- 08/2001 - 06/2010** Abitur an der Marienschule Limburg
- 08/1997 - 07/2001** Leo-Sternberg-Grundschule in Limburg an der Lahn