

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. Jochen Eulert

**DYNAMIK DER MUSKULATUR DER ROTATOREN-
MANSCHETTE NACH SEHNENREKONSTRUKTION**

—

Eine prospektive klinische und sonographische Studie

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

vorgelegt von
Holger Töpfer
aus Würzburg

Würzburg, Juni 2002

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Frank Gohlke

Korreferent: Professor Dr. med. Jochen Eulert

Dekan: Professor Dr. med. Volker ter Meulen

Tag der mündlichen Prüfung:

Der Promovend ist Arzt

1	Einleitung	1
1.1	Anatomie der Rotatorenmanschette.....	1
1.2	Ursachen von Rotatorenmanschettenrupturen.....	1
1.3	Diagnostik von Rotatorenmanschettenrupturen	2
1.4	Zustand der Muskulatur bei Defekten der Rotatorenmanschette	2
1.5	Fragestellung und Zielsetzung der Studie	3
2	Material und Methoden	4
2.1	Studiendesign.....	4
2.2	Patientengut	4
2.3	Patientenuntersuchung.....	6
2.3.1	Anamnese	6
2.3.2	Klinische Untersuchung	6
2.3.2.1	Verwendete Hilfsmittel.....	6
2.3.2.1.1	Winkelmesser	6
2.3.2.1.2	Federwaage.....	6
2.3.2.2	Erhobene Daten.....	6
2.3.2.2.1	Allgemeine Befunde.....	6
2.3.2.2.2	Constant-Score	7
2.3.2.2.3	Schulterblattbewegung	7
2.3.3	Sonographische Untersuchung.....	8
2.3.3.1	Verwendete Hilfsmittel.....	8
2.3.3.1.1	Sonographiegerät.....	8
2.3.3.1.2	Multiformatkamera.....	8
2.3.3.2	Untersuchungsablauf.....	8
2.3.3.3	Erhobene Daten.....	10
2.3.3.3.1	Echogenität	10
2.3.3.3.2	Abgrenzbarkeit	10
2.3.3.3.3	Dickenmessung.....	10
2.3.3.3.4	Muskelkinetik.....	10
2.4	Auswertung der Operationsberichte	11
2.5	Statistische Datenanalyse	11
2.5.1	Verwendete Hilfsmittel	11
2.5.2	Berechnete Größen.....	11
2.5.3	Verwendete statistische Tests	11
2.5.3.1	U-Test von Mann-Whitney	11
2.5.3.2	Vorzeichenrangtest von Wilcoxon.....	12
2.5.3.3	Trendtest von Jonckheere	12
2.5.3.4	Rangkorrelation τ von Kendall	12
3	Ergebnisse	13
3.1	Ergebnisse der Auswertung der Operationsberichte	13
3.1.1	Einteilung der Defekte nach der Anzahl der verletzten Sehnen.....	13
3.1.2	Einteilung der Defektgrößen nach Bateman	13
3.1.3	Rekonstruktionstechnik in Abhängigkeit von der Rupturgröße.....	14
3.2	Ergebnisse der Anamnese.....	14

3.2.1	Schmerzniveau auf der visuellen Analogskala.....	14
3.2.2	Schmerzniveau im Constant-Score.....	15
3.3	Ergebnisse der klinischen Untersuchung.....	16
3.3.1	Constant-Score	16
3.3.2	Klinische Schulterblattbewegung.....	17
3.4	Ergebnisse der sonographischen Untersuchung	19
3.4.1	Echogenität.....	19
3.4.2	Abgrenzbarkeit	21
3.4.3	Validität von Echogenität und Abgrenzbarkeit	23
3.4.4	Dickenmessung.....	26
3.4.5	Muskelkinetik.....	30
3.4.6	Muskelkinetik in Abhängigkeit vom präoperativen Typ.....	33
3.5	Korrelationen.....	35
3.5.1	Klinische Schulterblattbewegung und Defektgröße.....	35
3.5.2	Sonographische Echogenität und Defektgröße	36
3.5.3	Sonographische Abgrenzbarkeit und Defektgröße.....	37
3.5.4	Sonographische Muskelkinetik und Defektgröße	38
3.5.5	Klinische Schulterblattbewegung und Constant-Score	38
3.5.6	Sonographische Echogenität und Constant-Score.....	40
3.5.7	Sonographische Abgrenzbarkeit und Constant-Score	43
3.5.8	Sonographische Muskelkinetik und Constant-Score.....	45
3.5.9	Sonographische Muskelkinetik und klinische Schulterblattbewegung.....	48
4	Diskussion	50
4.1	Diskussion der Ergebnisse der Anamnese.....	50
4.2	Diskussion der Ergebnisse der klinischen Untersuchung.....	50
4.2.1	Constant-Score	50
4.2.2	Klinische Schulterblattbewegung.....	51
4.3	Diskussion der Ergebnisse der sonographischen Untersuchung	52
4.3.1	Echogenität.....	52
4.3.2	Abgrenzbarkeit	54
4.3.3	Validität von Echogenität und Abgrenzbarkeit	54
4.3.4	Dickenmessung.....	55
4.3.5	Muskelkinetik.....	58
4.3.6	Muskelkinetik in Abhängigkeit vom präoperativen Typ.....	59
4.4	Diskussion der Korrelationen	60
4.5	Kritische Anmerkungen und Ausblick	61
5	Zusammenfassung	62
6	Literaturverzeichnis	63
7	Anhang	69
	Abkürzungsverzeichnis.....	69
	Untersuchungsbogen.....	71

1 Einleitung

1.1 Anatomie der Rotatorenmanschette

Die Rotatorenmanschette der Schulter besteht aus den konvergierenden Sehnenportionen des Musculus subscapularis, M. supraspinatus, M. infraspinatus und M. teres minor, welche über dem Humeruskopf ein kuppelförmiges Dach bilden. Von dem darüber liegenden Fornix humeri wird die Rotatorenmanschette durch die Bursa subacromialis getrennt.

1.2 Ursachen von Rotatorenmanschettenrupturen

Akut traumatische Rupturen der Rotatorenmanschette, wie sie meist bei jungen Patienten auftreten, sind die Ausnahme (Ellman 1990). Oftmals führen dagegen mit zunehmendem Alter allmählich fortschreitende degenerative Veränderungen zu einer Ruptur der Rotatorenmanschette.

Die Entstehung solcher degenerativer Rotatorenmanschettenrupturen wird vor allem durch zwei Theorien erklärt.

Die Arbeitsgruppen von Rothman, Parke (1965), Rathbun, Macnab (1970), Macnab (1981), Neer et al. (1983), Fukuda et al. (1990) und Löhr, Uhthoff (1990) fanden in ihren Untersuchungen jeweils ein Gebiet verminderter Blutversorgung unterschiedlicher Größe in der Nähe des Ansatzes des M. SSP am Tuberculum majus. Interessanterweise entsprach dieses Gebiet genau jenem, in welchem oft die Sehnenläsionen lokalisiert sind. Laut Rathbun treten degenerative Veränderungen zwar nicht nur in hypovaskulären Regionen auf, sind in diesen aber umso intensiver.

Hingegen deuten die Studien von Neer (1972), Bigliani et al. (1986), Brems (1988), Jerosch (1990) und Gohlke et al. (1993) eher auf mechanische Faktoren als Ursache der Ruptur hin. Neer (1983) führte den Begriff des Impingements ein und meinte damit Beeinträchtigungen des ungestörten Bewegungsablaufs durch Veränderungen im Subakromialraum, welche durch die anatomischen Gegebenheiten zu einem Engpass in diesem Bereich führen. Als Ursache sah er Einengungen, die vor allem im vorderen subakromialen Raum und im Bereich des Lig. coracoacromiale lagen. Daher käme es vorwiegend bei Abduktion und Elevation mit fortschreitendem Alter zu einer mechanischen Schädigung der Rotatorenmanschette, welche in drei Stadien von einer Schwellung und Einblutung über eine Entzündung und Fibrosierung zu einer kompletten Ruptur als Endstadium reichen könne. Bigliani et al. (1986) untersuchten die Architektur des Akromions und fanden erhebliche Unterschiede in Form und Neigungswinkel sowie nach unten vorstehende akromioclaviculäre Osteophyten. Sie unterteilten die Akromionformen in drei Typen und stellten fest, dass das am stärksten geneigte, das sog. hakenförmige Akromion, bei 70 % aller Rotatorenmanschettenrupturen vorlag.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist in der wissenschaftlichen Diskussion noch immer keine Einigkeit darüber erzielt worden, ob es nicht von der Art der Rotatorenmanschettenruptur abhängt, welche dieser Theorien zutrifft, und ob sie sich nicht möglicherweise bedingen oder sogar ergänzen.

1.3 Diagnostik von Rotatorenmanschettenrupturen

Wie bei allen Erkrankungen sind auch bei der Rotatorenmanschettenruptur die Erhebung der Anamnese (siehe 2.3.1) und die klinische Untersuchung (siehe 2.3.2.2.1) zwei wichtige Schritte auf dem Weg zur Diagnose. Ein weiterer wichtiger Faktor ist aber auch die Bildgebung. So ist das Nativröntgenbild in mindestens zwei Ebenen nach wie vor unverzichtbar, während Arthrographie, Szintigraphie und Computertomographie inzwischen nur noch eine nachgeordnete Rolle spielen (Jerosch 1996). Abgelöst wurden sie von der sonographischen Untersuchung mit einem 7,5-MHz-Linearschallkopf und der Magnetresonanztomographie. Nach Gohlke und Müller (1996) stellt die Sonographie einen unverzichtbaren Bestandteil jeder Untersuchung bei einem subakromialen Schmerzsyndrom dar und ist aufgrund der hohen Sensitivitäten und Spezifitäten von 90-95% bei der Diagnose von Rotatorenmanschettenrupturen sowohl als Screeningmethode (Farin et al. 1990; Sperner et al. 1993; Hedtmann, Fett 1995) als auch als geeignete Möglichkeit zur postoperativen Nachsorge (Melzer, Krödel 1988; Cammerer et al. 1992) anerkannt. Hingegen solle die Magnetresonanztomographie aufgrund ihrer hohen Kosten trotz der hohen diagnostischen Wertigkeit nicht in den Routineeinsatz integriert werden, da sie nur in ausgewählten Fällen einen zusätzlichen Informationsgewinn gegenüber der Sonographie biete (Müller et al. 1996).

1.4 Zustand der Muskulatur bei Defekten der Rotatorenmanschette

Will man Hinweise über den Zustand der Muskulatur der Rotatorenmanschette bei Ruptur ihrer Sehnen erhalten, so bieten sich von den verschiedenen klinischen Untersuchungen (siehe 2.3.2.2.1) vor allem die Kraftmessung und die sog. Isometrischen Tests an. Weiterhin kann man die Bewegung des Schulterblattes, den sog. Scapulohumeralen Rhythmus, betrachten. Diese Verfahren haben jedoch die Nachteile, dass sie keine Aussagen über die Muskeln an sich, sondern nur über das Zusammenspiel von Muskel und Sehne am Knochen machen (Kraftmessung, isometrische Tests, scapulohumeraler Rhythmus), dass auch neurologische oder internistische Ursachen zu erkennbaren Veränderungen führen können (scapulohumeraler Rhythmus; Tamai, Ogawa 1985) und dass die zu ihrer Quantifizierung entwickelten Verfahren mit erheblichem apparativem und zeitlichem Aufwand verbunden sind (scapulohumeraler Rhythmus; Warner et al. 1992; Plafcan et al. 1997).

Daher stellt sich die Frage nach bildgebenden Verfahren, welche eine Einschätzung des Zustandes der Muskulatur ermöglichen. Goutallier et al. (1994) zeigten, dass mit der Computertomographie ein geeignetes Instrument vorliegt, um prä- und postoperativ die fettige Degeneration der Rotatorenmanschettenmuskulatur zu beurteilen. Allerdings ist ihr Einsatz mit Strahlenbelastung verbunden. Fuchs et al. (1999) bestätigten die Aussagen von Goutallier et al., konnten jedoch in ihrer Untersuchung nur eine mäßige Korrelation von CT und MRT feststellen. Neben den nicht eindeutig definierten Kriterien sind die hohen Kosten ein Manko der MRT-Untersuchung.

Geeigneter wäre die Sonographie als billiges und schnell durchzuführendes Verfahren. Außer zur

Diagnostik der Rotatorenmanschettenruptur (siehe oben) wurde sie von verschiedenen Autoren bereits zur Vermessung von Schulterweichteilen wie Sehnen, Bänder, Schleimbeutel oder Muskeln (Bretzke et al. 1985; Vorwerk et al. 1987; Helweg et al. 1996) verwendet. Sie stimmten darin überein, dass die Sonographie bei Vorhandensein von Normwerten wertvolle Hinweise zur Unterscheidung zwischen physiologischem und pathologischem Befund liefern könne. Zur Dickenmessung an den Muskeln der Rotatorenmanschette wurde sie bisher lediglich von Moriggl et al. (1993) und Müller et al. (1998) eingesetzt, während Studien, welche die Umbaumaßnahmen in einem Muskel betrachten, die nach dessen Ruhigstellung (Appell 1990; Józsa et al. 1990) oder der Durchtrennung seiner Sehnen (Björkenheim 1989) stattfinden, völlig fehlen.

1.5 Fragestellung und Zielsetzung der Studie

Die vorliegende Längsschnittstudie besaß zwei Schwerpunkte. Der eine bestand in der klinischen Beurteilung der Schulterblattbewegung nach einfachen formalen Kriterien (siehe 2.3.2.2.3). Die Durchführung des anderen erfolgte nach der von Müller et al. (1998) vorgeschlagenen Methode, zu der die sonographische Ermittlung der Dicken des M. supraspinatus und M. infraspinatus, die Bestimmung ihrer Echogenitäten und Abgrenzbarkeiten sowie die Bewertung ihrer Muskelkinetik gehörten (siehe 2.3.3).

Dabei wurde die Beantwortung der folgenden Fragen angestrebt:

- Wie ist die Schulterblattbewegung präoperativ und wie verändert sie sich postoperativ?
- Wie sind die Echogenitäten, Abgrenzbarkeiten und die Muskelkinetik präoperativ und wie verändern sie sich postoperativ?
- Ist die Methode der Bestimmung von Echogenität und Abgrenzbarkeit ausreichend valide?
- Welche Dicken haben die Muskeln präoperativ und wie verändern sie sich postoperativ?
- Ergeben sich andere sonographische Werte, wenn die Sehne gar nicht gerissen ist?
- Gibt es signifikante Zusammenhänge zwischen einerseits den präoperativen Schulterblattbewegungstypen und andererseits der Defektgröße oder dem Constant-Score nach sieben Wochen?
- Gibt es signifikante Zusammenhänge zwischen einerseits den präoperativen Echogenitäten, Abgrenzbarkeiten, der Muskelkinetik und andererseits der Defektgröße oder dem Constant-Score nach sieben Wochen?
- Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Muskelkinetik und der Schulterblattbewegung?

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Im Folgenden wird über ein Patientenkollektiv berichtet, das vom 14. Januar bis 5. November 1998 im König-Ludwig-Haus operativ behandelt wurde.

Das Patientenkollektiv wurde einer prospektiven Studie unterzogen, die sich aus drei Einzeluntersuchungen zusammensetzte. Die erste Untersuchung fand am Tag vor dem geplanten Eingriff statt (präoperativ), die zweite und dritte Untersuchung erfolgten jeweils sechs und sieben Wochen nach der Operation (postoperativ).

2.2 Patientengut

Im angegebenen Zeitraum wurden 146 Patienten an einer Ruptur der Rotatorenmanschette operiert, wovon 111 die Einschlusskriterien erfüllten. Als Einschlusskriterien galten sonographisch diagnostizierte Rotatorenmanschettenrupturen mit Beteiligung von mindestens der Sehne des M. supraspinatus und eine sich anschließende offene Sehnenrekonstruktion. Der Zustand der Rotatorenmanschette der Gegenseite spielte keine Rolle. Zu den Ausschlusskriterien gehörten jegliche neurologische, muskuläre oder rheumatologische Begleiterkrankungen sowie ein vorliegender Diabetes mellitus. Von diesen 111 Patienten konnten 63 aus organisatorischen Gründen (fehlende Einwilligung in die Studie, zu weite Entfernung des Wohnortes) nicht in die Studie eingeschlossen werden, sodass 48 Patienten mit einseitiger Rotatorenmanschettenruptur das Patientenkollektiv bildeten.

45 (93,8 %) von ihnen konnten nach sechs Wochen und 43 (89,6 %) nach sieben Wochen nachuntersucht werden, wobei jeder Patient zumindest einmal nachuntersucht wurde.

Der Altersdurchschnitt der Patienten zum Operationszeitpunkt betrug 54,4 Jahre (Spannweite: 41-65 Jahre) mit einer Standardabweichung von 5,6 Jahren.

Abbildung 2-1 zeigt die geschlechtsabhängige Altersverteilung.

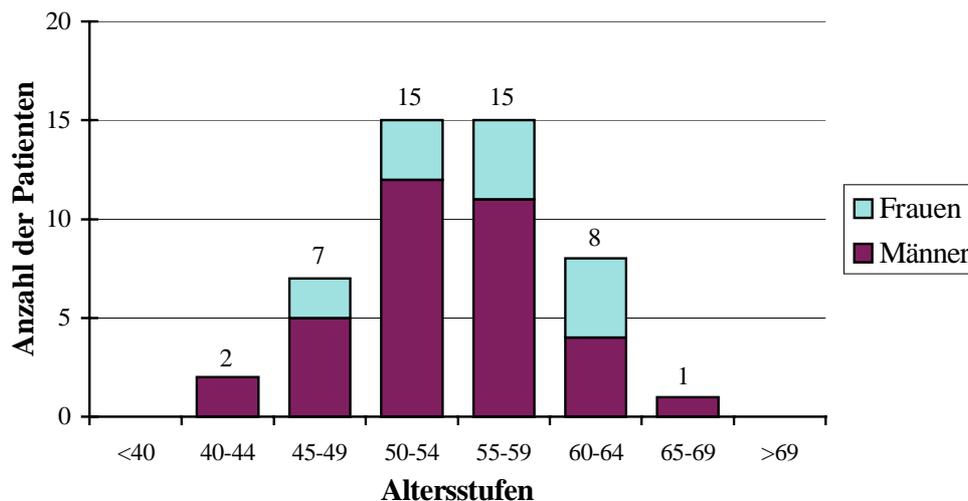


Abb. 2-1: Geschlechtsabhängige Altersverteilung des Patientenkollektivs zum Zeitpunkt der Operation.

35 Patienten (72,9 %) waren männlichen und 13 (27,1 %) weiblichen Geschlechts.

Abb. 2-2 zeigt die Geschlechterverteilung.

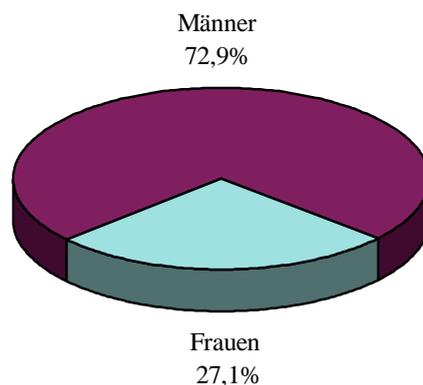


Abb. 2-2: Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs.

Der Beginn der Beschwerden lag im Durchschnitt 22,2 Monate (Spannweite: 0-144 Monate) vor der Operation, mit einer Standardabweichung von 35,3 Monaten.

Bei 32 der 48 Patienten (66,7 %) war die rechte Schulter betroffen, bei 16 Patienten (33,3 %) die linke. 43 Patienten (89,6 %) waren Rechts- und 5 (10,4 %) Linkshänder.

In 79,2 % der Fälle, das entspricht 38 Patienten, war die dominante Seite verletzt, in 20,8 % der Fälle (10 Patienten) lag der Defekt auf der nicht-dominanten Seite.

27 Patienten (56,3 %) gaben als Ursache der Ruptur ein Trauma an, bei den restlichen 21 Patienten (43,8 %) lag entweder keines vor, oder sie konnten sich an keines erinnern.

2.3 Patientenuntersuchung

Die Dokumentation der anamnestischen, klinischen und sonographischen Befunde erfolgte auf einem standardisierten Untersuchungsbogen, in welchen der Score nach Constant (Constant, Murley 1987; Constant 1991) eingearbeitet war (siehe Anhang).

2.3.1 Anamnese

Im Patienteninterview wurden die persönlichen Daten, die Seite der Verletzung sowie die Händigkeit festgestellt. Außerdem wurde nach dem Beschwerdebeginn, einem Trauma als Auslöser, ggf. nach dessen Zeitpunkt und Hergang, nach der Häufigkeit der postoperativen Krankengymnastik und dem Vorhandensein eines Rentenbegehrens gefragt. Des Weiteren wurde den Patienten eine visuelle Analogskala vorgelegt, auf welcher sie die Intensität ihrer momentanen Schmerzen stufenlos eintragen konnten. Die beiden Endpunkte der Skala waren dabei mit den gegensätzlichen Begriffen 'keine Schmerzen' und 'unerträgliche Schmerzen' verbal charakterisiert. Der erhaltene Wert wurde in ganzzahligen Prozent angegeben.

Zum Schluss folgten die zum Constant-Score gehörenden anamnestischen Fragen.

2.3.2 Klinische Untersuchung

2.3.2.1 Verwendete Hilfsmittel

2.3.2.1.1 Winkelmesser

Zur Messung der Bewegungsausmaße der Arme diente ein gebräuchlicher Winkelmesser der Firma Bauerfeind mit einer Skaleneinteilung in Schritten von einem Grad. Allerdings wurden die Messwerte aus Gründen der Genauigkeit nur auf fünf Grad gerundet angegeben.

2.3.2.1.2 Federwaage

Bei der Kraftmessung nach Constant wurde eine handelsübliche Federwaage der Marke Handy Fish, Scale & Measure verwendet. Die in Masse umgerechnete maximal ablesbare Kraft betrug 22 kg. Die erhaltenen Zahlenwerte wurden in 0,5-kg-Schritten notiert.

2.3.2.2 Erhobene Daten

2.3.2.2.1 Allgemeine Befunde

Zunächst wurde eine auf Rotatorenmanschettenrupturen zugeschnittene klinische Untersuchung durchgeführt, die eine Inspektion, Palpation und Funktionsprüfung der Schulterpartie umfasste. Bei der Inspektion wurde insbesondere nach Muskelatrophien und bereits vorhandenen Operationsnarben gesucht, während bei der Palpation vor allem auf druckschmerzhafte Punkte geachtet wurde. Die Funktionsprüfung der Schulter setzte sich aus der Bewegungsprüfung, isometrischen Tests und Provokationstests zusammen (siehe Anhang: Untersuchungsbogen).

2.3.2.2.2 Constant-Score

Zur quantitativen Erfassung der Schulterfunktion wurde auf den Constant-Score (Constant, Murley 1987; Constant 1991), den offiziellen Schulterbewertungsmaßstab der European Society for Surgery of the Shoulder and the Elbow (ESSE bzw. SECEC), zurückgegriffen.

Dieser erfasst mit einem Anteil von 35 % eine subjektive Einschätzung der Schulterfunktion durch den Patienten und zu 65 % eine objektive Bewertung durch den Untersucher.

Die subjektiven 35 % setzen sich aus der Frage nach Aktivitäten des täglichen Lebens mit einer Gesamtgewichtung von 20 % sowie dem Schmerzausmaß mit 15 % zusammen.

Die objektiven Daten bestehen aus der Messung der Bewegungsausmaße in der Schulter bei Flexion, Abduktion, Außen- und Innenrotation mit einem Anteil von 40 %, während die restlichen 25 % durch eine Kraftmessung erzielt werden können. Aufgrund der einfachen Handhabung wurde diese trotz der vielfältigen Kritik und den propagierten Verbesserungsvorschlägen (Gerber, Arneberg 1993; Bankes et al. 1998), wie von Constant ursprünglich erdacht, mittels einfacher Federwaage durchgeführt.

Ausdrücklich hinzuweisen ist darauf, dass bei der ersten und zweiten postoperativen Untersuchung eine Kraftmessung der operierten Schulter mit maximaler Belastung nicht vertretbar war, da eine Stabilität der rekonstruierten Sehne nach sechs respektive sieben Wochen nicht garantiert werden konnte. Folglich konnten in diesen Fällen nur 75 statt der sonst möglichen 100 Punkte des Constant-Scores erreicht werden. Zwar wurde die erhaltene Punktzahl dann durch 75 dividiert und somit auf 100 mögliche Punkte hochgerechnet, aber ein direkter Vergleich der Constant-Scores zwischen prä- und postoperativ war damit nicht erlaubt.

Alle erhaltenen Constant-Scores wurden in Prozent der jeweils erreichbaren Maximalwerte der vorliegenden Alters- und Geschlechtsnormen angegeben (Gerber 1992).

2.3.2.2.3 Schulterblattbewegung

Zur Beurteilung der Schulterblattbewegung der verletzten Seite wurde der Patient aufgefordert, ausgehend von der Neutralnull-Stellung mit beiden Armen gleichzeitig mehrmals eine Flexionsbewegung bis 90 Grad im Schultergelenk durchzuführen. Nach dem gleichen Prinzip erfolgte danach die Bewertung der Abduktionsbewegung.

Es wurden folgende Kriterien auf das Vorhandensein bzw. die Stärke einer Störung im scapulo-humeralen Rhythmus überprüft:

1. Ein Scapulahochstand,
2. eine sogenannte Scapula alata, d.h. ein Gleiten der Scapula auf dem Thorax mit einem Heraustreten aus der Thoraxebene und
3. ein sogenanntes Vorlaufphänomen, d.h. ein Asymmetrie bei der Bewegung beider Schulter

blätter in dem Sinne, dass die Bewegung des verletzten Schulterblattes früher beginnt.

Die Beurteilung erfolgte in Form der Vergabe einer ganzzahligen Bewertungsziffer zwischen Null und Drei, wobei folgende Zuordnung vorgenommen wurde:

0:	kein Scapulahochstand und keine Scapula alata und kein Vorlaufphänomen	1:	diskreter Scapulahochstand oder diskrete Scapula alata oder diskretes Vorlaufphänomen
2:	deutlicher Scapulahochstand oder deutliche Scapula alata oder deutliches Vorlaufphänomen	3:	erheblicher Scapulahochstand oder erhebliche Scapula alata oder erhebliches Vorlaufphänomen

2.3.3 Sonographische Untersuchung

2.3.3.1 Verwendete Hilfsmittel

2.3.3.1.1 Sonographiegerät

Bei der sonographischen Untersuchung stand ein Real-Time-Gerät des Typs Sonoline Elegra der Firma Siemens zur Verfügung. Für die Untersuchung wurde ein 7,5-MHz-Linearschallkopf verwendet. Zur optimalen Darstellbarkeit der Muskeln der Rotatorenmanschette wurden folgende Geräteeinstellungen gewählt:

- Modus:	Brightness	- Abbildungstiefe:	5,0 - 6,0 cm
- Untersuchungsart:	Schulter	- Verstärkung:	12 - 14 dB
- Betriebsfrequenz (Schallkopf):	7,2 MHz	- Zeilendichte:	2 (dynamische Untersuchung) 4 (statische Untersuchung)
- Mechanischer Index:	0,5 - 0,7	- Bildrate:	28 - 32 B/s (dynamisch) 15 B/s (statisch)
- Sendeleistung:	63 %		

2.3.3.1.2 Multiformatkamera

Die Bilddokumentation erfolgte mit einer Multiformatkamera auf einer Röntgenbildfolie der Größe 25 x 20 cm. Auf ihr konnten maximal vier Bilder (11 x 8 cm) untergebracht werden. Dabei zeichneten sich die dargestellten Strukturen hell vor dunklem Hintergrund ab.

2.3.3.2 Untersuchungsablauf

Zur Durchführung der Ultraschalluntersuchung saß der Patient mit entkleidetem Oberkörper aufrecht auf einem Stuhl ohne Lehne, so dass der zu untersuchende Arm herabhängend und vom hinter ihm stehenden oder sitzenden Untersucher frei bewegt werden konnte. Zu Beginn der Untersu-

chung wurde die Richtigkeit der Eingangsdiagnose Rotatorenmanschettenruptur durch Einstellung der sechs im König-Ludwig-Haus verwendeten Standardschnittebenen (Böhm 1995) überprüft. Das Procedere erfolgte nach der von Müller et al. Beschriebenen Methode (1998). Die Positionierung des Schallkopfes parallel zur Spina scapulae gewährleistete das Anschauen von M. supraspinatus (M. SSP) und M. infraspinatus (M. ISP) im Längsschnitt. Zur Darstellung des M. SSP wurde der Schallkopf dann in der Mitte zwischen Clavicula und Spina platziert. Beim M. ISP wurde die Stelle seines sonographisch größten Durchmessers aufgesucht, die sich in der Regel knapp unterhalb der Spina befand. Bei richtiger Haltung des Schallkopfes war der M. SSP zwischen dem knöchernen Teil der Fossa supraspinata scapulae und dem M. trapezius deutlich zu sehen (siehe Abb. 2-3a, b). Der M. ISP erschien zwischen der Fossa infraspinata scapulae und dem M. deltoideus (siehe Abb. 2-4a, b).

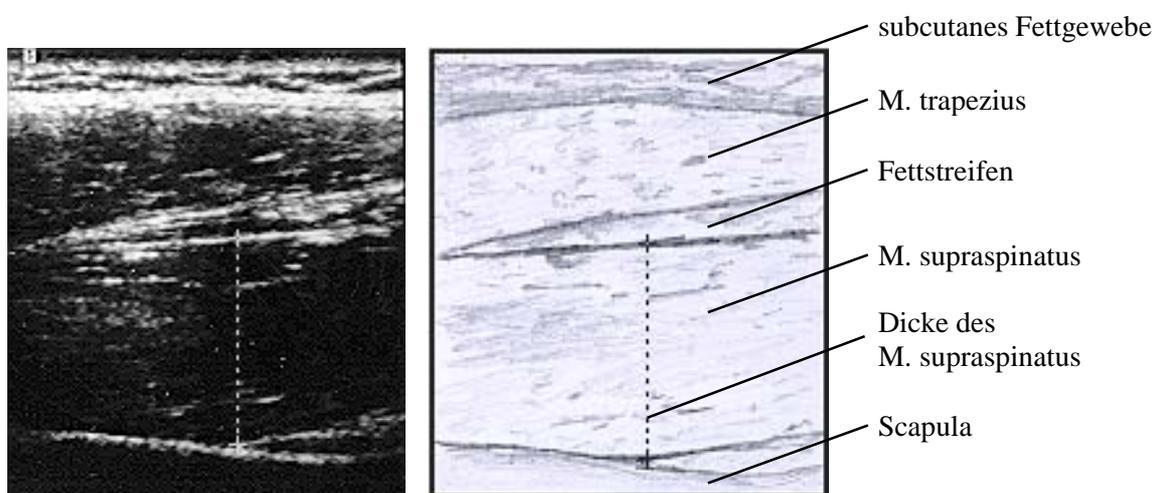


Abb. 2-3a, b: Sonographische und schematische Darstellung des M. SSP (60-jähriger Mann).

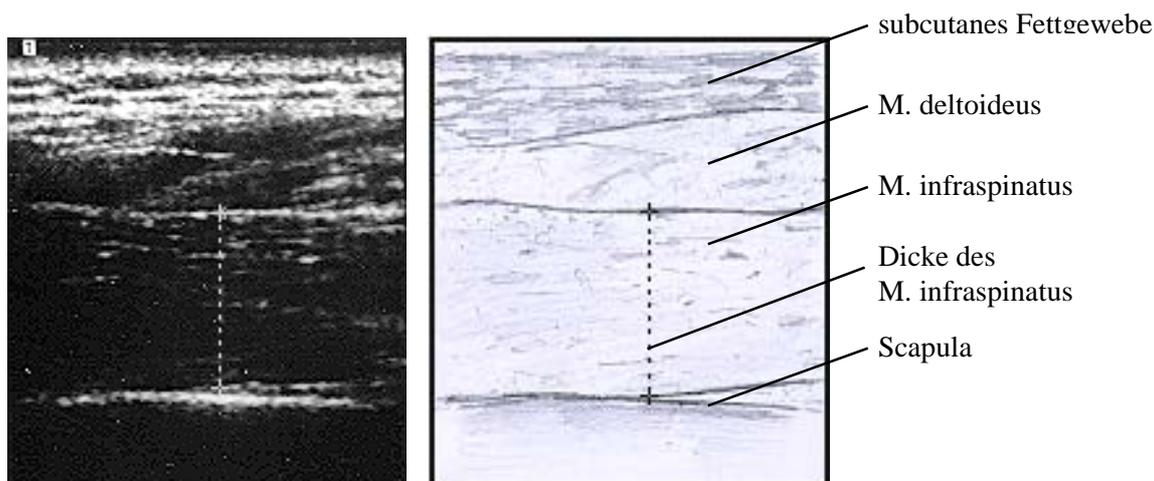


Abb. 2-4a, b: Sonographische und schematische Darstellung des M. ISP (60-jähriger Mann).

Durch Verschiebung des Schallkopfes wurde dabei jeweils ein Bereich gewählt, in dem die am unteren Bildrand sichtbare Kontur des Schulterblattes einen möglichst geraden Verlauf hatte. An-

hand dieser beiden Schnittebenen wurden die im Folgenden beschriebenen Untersuchungen vorgenommen.

Dabei wurden bei der präoperativen Untersuchung beide Schultern sonographiert, bei den postoperativen Untersuchungen nur die betroffene.

2.3.3.3 Erhobene Daten

2.3.3.3.1 Echogenität

Die Echogenität des M. supraspinatus und M. infraspinatus wurde in vier Kategorien eingeteilt:

- ohne Besonderheiten (o.B.)
- erhöht
- herabgesetzt
- inhomogen.

2.3.3.3.2 Abgrenzbarkeit

Ebenso wurde die Abgrenzbarkeit der beiden Muskeln von den sie umgebenden Strukturen beurteilt, indem zwischen guter und verminderter Abgrenzbarkeit unterschieden wurde.

2.3.3.3.3 Dickenmessung

Die Dickenmessungen des M. SSP und M. ISP erfolgten – soweit möglich – an einer Stelle, an der die Kontur des Schulterblattes einen geraden Verlauf hatte. Es wurde auf ganze Millimeter gerundet.

2.3.3.3.4 Muskelkinetik

Zur Untersuchung des isotonischen Kontraktionstyps des M. SSP wurden die Patienten aufgefordert, mehrfach eine Abduktionsbewegung im Schultergelenk im Bereich von 0 Grad bis maximal 45 Grad durchzuführen. Darüber hinausgehende Bewegungen sollten gemieden werden, um ein zu starkes Aufschaukeln der Scapula und damit eine Erschwerung der Untersuchung zu vermeiden.

Die dabei im Ultraschallbild sichtbare Kontraktion des Muskels wurde in vier Stufen eingeteilt:

- 1: Physiologische Kontraktion
- 2: Unrhythmische Kontraktion
- 3: Wenig Kontraktion
- 4: Keine Kontraktion

Beim M. ISP wurde nach dem gleichen Prinzip vorgegangen. Die hier durchgeführte Bewegung war eine mehrmalige Außenrotation aus der Neutralstellung bis maximal 45 Grad bei rechtwinklig gebeugtem Ellenbogen. Die Einteilung der Kontraktionstypen erfolgte analog.

2.4 Auswertung der Operationsberichte

Bei der Durchsicht der Operationsberichte erfolgte eine Einteilung der Rupturgrößen nach der Bateman-Klassifikation (Bayne, Bateman 1984). Sie unterteilt die Rupturen entsprechend ihres größten Durchmessers.

Tab. 2-1: Ruptureinteilung nach Bateman

Grad	Rupturgröße in cm
I	≤ 1
II	1-3
III	3-5
IV	> 5

Des Weiteren wurde festgehalten, welche Sehnen der Rotatorenmanschette an der jeweiligen Ruptur beteiligt waren.

2.5 Statistische Datenanalyse

2.5.1 Verwendete Hilfsmittel

Erfassung und Analyse der Daten sowie Durchführung der Signifikanztests erfolgten computergestützt mit den Programmen Excel 5.0 der Firma Microsoft Corp. Und SPSS 8.0 der Firma SPSS GmbH Software.

2.5.2 Berechnete Größen

Die üblichen deskriptiv-statistischen Kennwerte wie arithmetisches Mittel, Median, Standardabweichung und Spannweite wurden berechnet.

2.5.3 Verwendete statistische Tests

Da man bei der Art der beschriebenen Datenerhebung nicht von einer Normalverteilung der erhobenen Daten ausgehen konnte und einige dieser Merkmale nur ordinalskaliert waren, wurde zur Prüfung der statistischen Signifikanz ausschließlich auf die im Folgenden näher erläuterten sog. Nichtparametrischen Testverfahren zurückgegriffen (Bortz, Lienert 1998).

2.5.3.1 U-Test von Mann-Whitney

Der U-Test von Mann-Whitney prüft, ob die beiden miteinander zu vergleichenden Stichproben von Messwerten aus Grundgesamtheiten mit identischen Verteilungen und Medianwerten stammen. Wird der U-Test signifikant, ist daher davon auszugehen, dass sich die Mediane der zu-

grunde liegenden Grundgesamtheiten unterscheiden.

Der U-Test kann eingesetzt werden, wenn die beiden Stichproben unabhängig voneinander sind, d. h., wenn aus den Werten der einen Stichprobe nicht auf die Werte der anderen Stichprobe geschlossen werden kann.

2.5.3.2 Vorzeichenrangtest von Wilcoxon

Ähnlich wie der U-Test von Mann-Whitney überprüft auch der Vorzeichenrangtest von Wilcoxon, ob sich zwei Stichproben in ihrer zentralen Tendenz unterscheiden.

Der wesentliche Unterschied zum U-Test liegt darin, dass hier zwei abhängige Stichproben miteinander verglichen werden dürfen.

2.5.3.3 Trendtest von Jonckheere

Ist man daran interessiert, mehrere Stichproben von Messwerten hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz zu vergleichen und will man damit eine von vornherein hypothetisch festgelegte Rangordnung der Tendenzen der Stichproben (etwa der Medianwerte) bestätigen, so eignet sich hierfür der Trendtest von Jonckheere. Er kommt zum Einsatz, wenn die Unabhängigkeit der Stichproben gegeben ist.

2.5.3.4 Rangkorrelation τ von Kendall

Kendalls τ gehört zu den Zusammenhangsmaßen. Ein monotoner Zusammenhang zweier Merkmale liegt beispielsweise vor, wenn mit steigender Ausprägung eines Merkmals X die Ausprägung eines anderen Merkmals Y ebenfalls zunimmt. Die Enge dieses Zusammenhangs drückt die Rangkorrelation τ aus.

Somit ermöglicht dieser Test eine Aussage darüber, ob zwei Rangreihen signifikant voneinander abhängen.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Auswertung der Operationsberichte

3.1.1 Einteilung der Defekte nach der Anzahl der verletzten Sehnen

Die Auswertung der Operationsberichte erbrachte in 39 Fällen (81,3 %) eine isolierte Supraspinatussehnenruptur (M. SSP), in 3 Fällen (6,3 %) einen kombinierten Supraspinatus- und Infrapinatussehnendefekt (M. SSP + M. ISP), in 2 anderen Fällen (4,2 %) eine Kombination aus Supraspinatus- und Subscapularissehnendefekt (M. SSP + M. SSC) und in 4 weiteren Fällen (8,3 %) eine Ruptur der Supraspinatus-, Infrapinatus- und Subscapularissehne (M. SSP + M. ISP + M. SSC). Abbildung 3-1 stellt den Anteil der unterschiedlichen Defekte an der Gesamtheit dar.

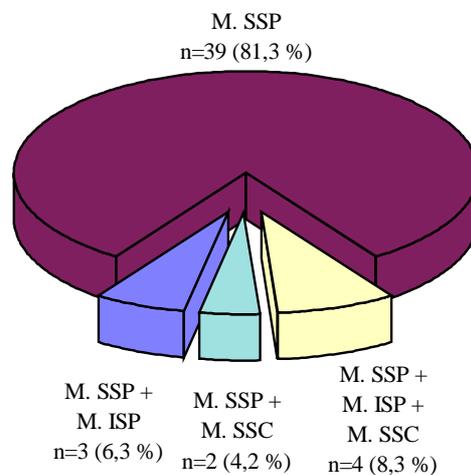


Abb. 3-1: Beteiligung der verschiedenen Sehnen der Rotatorenmanschette an den Rupturen.

3.1.2 Einteilung der Defekte nach Bateman

Es lagen 12-mal (25,0 %) Bateman I-, 19-mal (39,6 %) Bateman II-, 12-mal (25,0 %) Bateman III- und 5-mal (10,4 %) Bateman IV-Rupturen vor.

Die Verteilung der Defektgrößen zeigt Abb. 3-2.

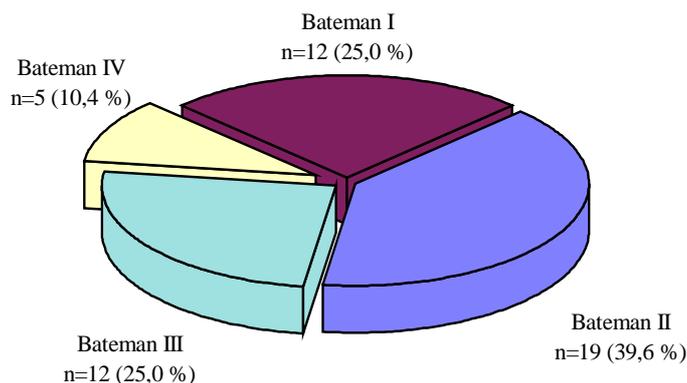


Abb. 3-2: Verteilung der Rupturgrößen nach Bateman.

3.1.3 Rekonstruktionstechnik in Abhängigkeit von der Rupturgröße

Abb. 3-3 stellt die Häufigkeit der angewandten Operationstechniken, aufgeschlüsselt nach der Größe des Defektes, dar. Man erkennt, dass mit zunehmender Rupturgröße auch immer mehr aufwendige Operationen wie die Sehnenmobilisation oder die Sehnentransposition durchgeführt wurden.

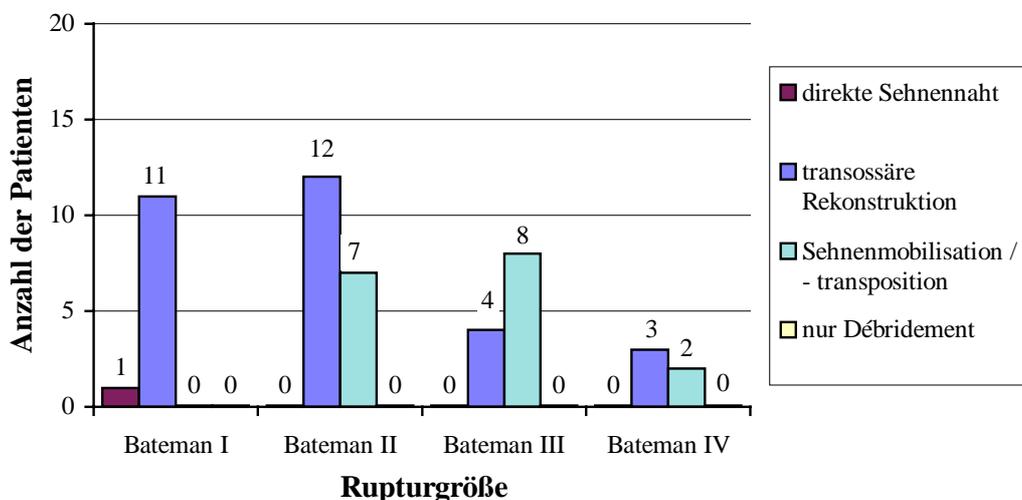


Abb. 3-3: Rekonstruktionstechnik in Abhängigkeit von der Rupturgröße.

3.2 Ergebnisse der Anamnese

3.2.1 Schmerzniveau auf der visuellen Analogskala

Das mithilfe der visuellen Analogskala ermittelte durchschnittliche Schmerzniveau aller Patienten lag präoperativ bei 62 % (Spannweite: 0 % - 100 %). Die Standardabweichung war 25 %. Bei der ersten postoperativen Untersuchung fiel es auf 32 % (R: 0 % - 85 %, SD: 20 %). Die zweite post-

operative Untersuchung ergab einen Mittelwert von 31 % (R: 0 % - 79 %, SD: 21 %).

Die statistische Analyse mittels Wilcoxon-Test ergab eine hoch signifikante Abnahme ($p < 0,01$) des Schmerzniveaus von der präoperativen Untersuchung hin zur ersten postoperativen Untersuchung.

Abb. 3-4 zeigt den Verlauf des Schmerzniveaus auf der visuellen Analogskala.

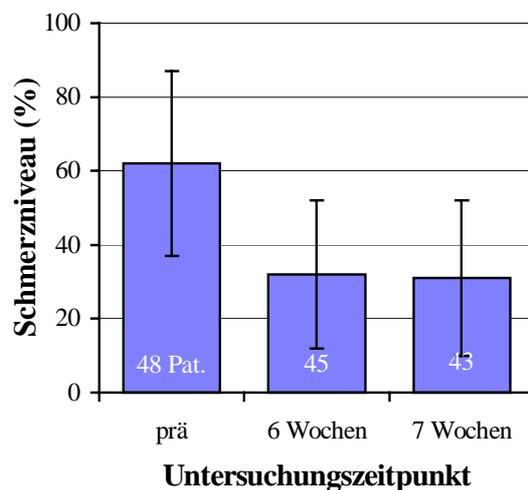


Abb. 3-4: Verlauf des mittleren Schmerzniveaus auf der visuellen Analogskala. Darstellung der Mittelwerte und ihrer Standardabweichungen.

3.2.2 Schmerzniveau im Constant-Score

Im Gegensatz zur visuellen Analogskala erfolgt die Beurteilung der Schmerzen innerhalb des Constant-Scores nicht stufenlos, sondern unterscheidet die vier Kategorien keine, leichte, mäßige und starke Schmerzen.

Abb. 3-5 zeigt den Verlauf der Schmerzen nach dieser Klassifikation.

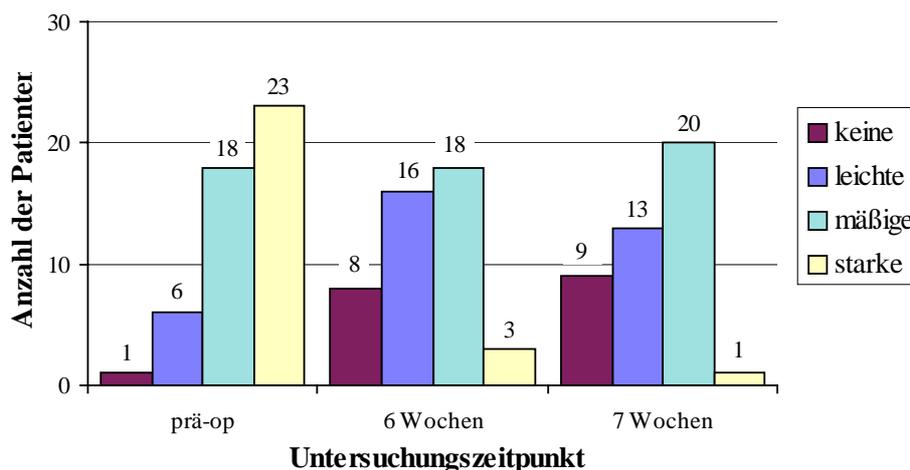


Abb. 3-5: Verlauf des Schmerzniveaus in der Klassifikation des Constant-Scores.

Erkennbar ist, dass präoperativ die große Mehrheit (41 von 48 Patienten) mäßige und starke Schmerzen hatte, während leichte Schmerzen 6-mal und Schmerzfreiheit 1-mal vorkamen.

Die erste postoperative Erhebung zeigte eine Zunahme der schmerzfreien Patienten auf acht und eine deutliche Abnahme der Patienten mit starken Schmerzen auf drei. Der Großteil gab hier leichte und mäßige Schmerzen an.

Bei der letzten Untersuchung hatte nur noch ein Patient starke Schmerzen, immerhin neun waren schon schmerzfrei, während die Zahl derjenigen mit mäßigen Schmerzen über der mit leichten Schmerzen lag.

3.3 Ergebnisse der klinischen Untersuchung

3.3.1 Constant-Score

Der präoperative Durchschnittswert des Constant-Scores aller Patienten betrug 43,9 % (R: 4,6 % - 94,8 %, SD: 19,4 %). Die erste postoperative Untersuchung ergab einen etwas geringeren Mittelwert von 41,8 % (R: 14,1 % - 87,4 %, SD: 17,0 %), während das Mittel bei der zweiten postoperativen Untersuchung deutlich auf 50,4 % angestiegen war (R: 7,9 % - 95,6 %, SD: 18,9 %). Wie unter Punkt 2.3.2.2.2 ausführlich dargestellt, ist ein direkter Vergleich zwischen den prä- und den postoperativen Zahlenwerten aufgrund der postoperativ fehlenden Kraftmessung aber nicht statthaft. Einzig ein Vergleich der postoperativen Werte miteinander ist erlaubt.

Die Statistik zeigte eine hoch signifikante Zunahme ($p < 0,01$; Wilcoxon) des Mittelwertes von der ersten zur zweiten postoperativen Untersuchung.

Abb. 3-6 stellt die Entwicklung des Constant-Scores dar.

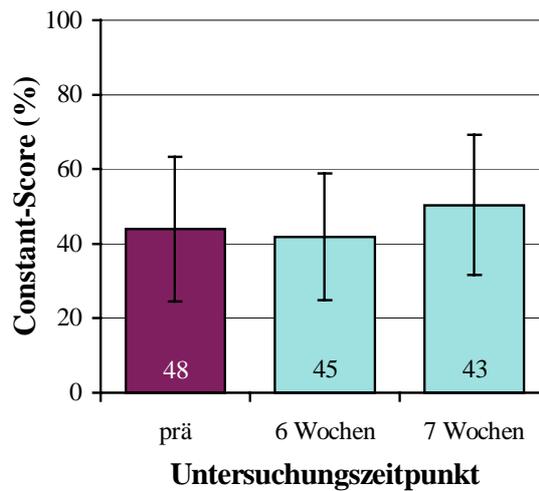


Abb. 3-6 : Verlauf des Constant-Scores.

3.3.2 Klinische Schulterblattbewegung

Die Abb. 3-7a und b zeigen die Häufigkeit der verschiedenen Typen der Schulterblattbewegung bei den drei vorgenommenen Untersuchungen.

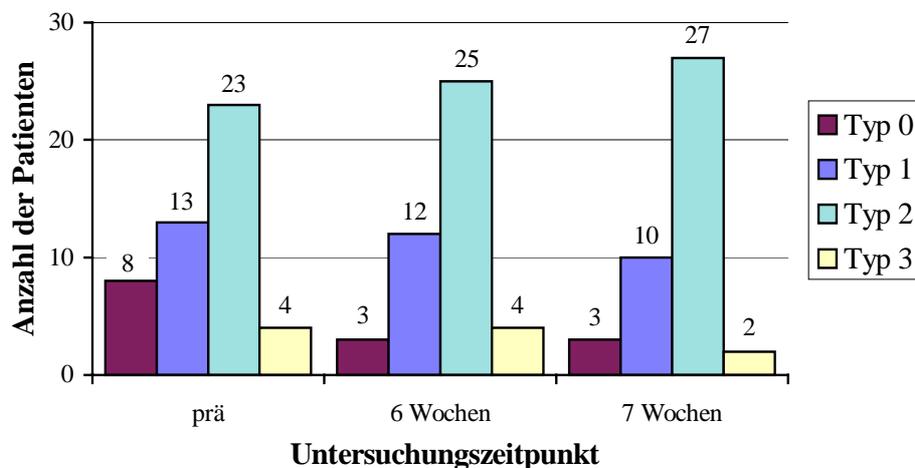


Abb. 3-7a: Verlauf der klinischen Schulterblattbewegung (Flexion).

Bei der Bewegung in Flexion fiel präoperativ mit 40 (=13+23+4) von 48 (83,3 %) Schultern die hohe Zahl pathologischer Bewegungsmuster auf, wobei mit 23 Schultern der Großteil bei den Typ-2-Bewegungsmustern lag. Sechs Wochen nach der Operation hatte sich diese Tendenz noch verstärkt, es lagen dann sogar bei 93 % die Bewegungsmuster 1 bis 3 vor. Bei der letzten Erhebung kam es wieder zu einer leichten Besserung, allerdings auf einem sehr hohen Niveau.

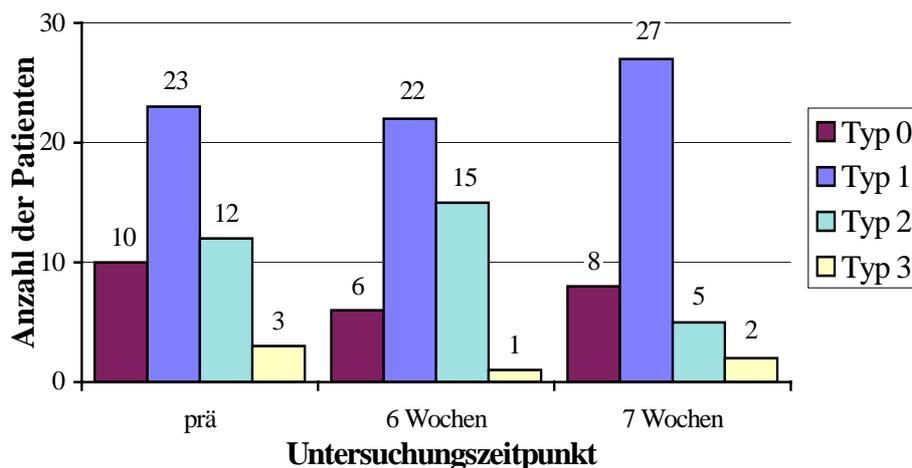


Abb. 3-7b: Verlauf der klinischen Schulterblattbewegung (Abduktion).

Bei der Bewertung der Abduktionsbewegung lagen präoperativ mit 79,2 % zwar ähnlich viele der pathologischen Bewegungsmuster 1 bis 3 vor, allerdings waren die meisten davon Typ-1-Bewegungsmuster. Bei der ersten postoperativen Untersuchung kam es dann zu einer Abnahme des Typs 0 und einer Zunahme des Typs 2, während sich die Häufigkeiten bei Typ 1 und 3 kaum veränderten. Die letzte Erhebung zeigte dann bei immerhin 27 von 42 Schultern ein Typ-1- und bei nur noch fünf Schultern ein Typ-2-Bewegungsmuster.

Zur besseren mathematischen Erfassung wurden die Häufigkeiten mit den Zahlenwerten der Bewegungstypen gewichtet und damit Durchschnittswerte berechnet, welche in Tabelle 3-1 aufgeführt sind.

Tab. 3-1: Charakteristika der Schulterblattbewegung prä- und postoperativ (Die zwischen den Messwerten erscheinenden Sternchen zeigen eine bestehende Signifikanz an: *: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

	ipsilateral-prä	ipsilat.-6 Wochen		ipsilat.-7 Wochen
<u>Flexion</u>				
M	1,48	1,68		1,67
R	0-3	0-3		0-3
SD	0,87	0,74		0,69
N	48	44		42
<u>Abduktion</u>				
M	1,17	1,25	*	1,05
R	0-3	0-3		0-3
SD	0,83	0,72		0,73
N	48	44		42

Zur statistischen Auswertung wurde wiederum der Wilcoxon-Test herangezogen. Es zeigten sich keine Signifikanzen bei der Flexion, während sich bei der Abduktion eine signifikante Abnahme ($p < 0,05$) der Mittelwerte zwischen der ersten und der zweiten postoperativen Untersuchung ergab.

3.4 Ergebnisse der sonographischen Untersuchung

3.4.1 Echogenität

Die Resultate der sonographischen Bestimmung der Echogenität des M. SSP und M. ISP beider Schultern sind in den Tab. 3-2a und b und den Abb. 3-8a, b und c zusammengestellt.

Tab. 3-2a: Häufigkeit bestimmter Befunde bei der sonographischen Echogenität des M. SSP prä- und postoperativ

<u>M. SSP</u>				
	<u>kontralateral</u>	<u>ipsilateral-prä</u>	<u>ipsilat.-6 Wochen</u>	<u>ipsilat.-7 Wochen</u>
o.B.	42 (93,3%)	27 (56,3%)	21 (48,8%)	16 (41,0%)
herabgesetzt	2 (4,4%)	15 (31,3%)	15 (34,9%)	14 (35,9%)
erhöht	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (7,0%)	5 (12,8%)
inhomogen	1 (2,2%)	2 (4,2%)	4 (9,3%)	4 (10,3%)
herabg.+inhom.	0 (0,0%)	4 (8,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)

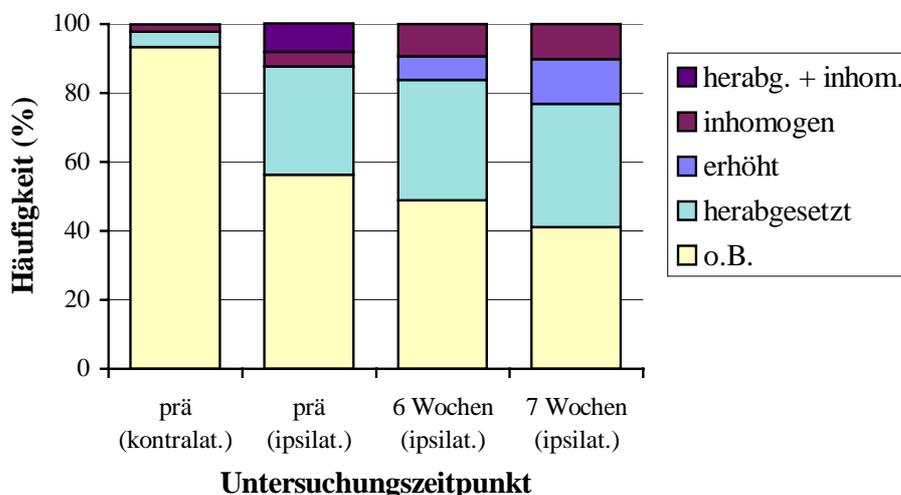


Abb. 3-8a: Graphik zu Tabelle 3-2a.

Bei der Echogenität des M. SSP der nicht-betroffenen Seite verwundert der hohe Anteil (93,3 %) von Befunden ohne Besonderheiten nicht weiter. Bei zwei (4,4 %) Patienten war die Echogenität herabgesetzt, bei einem (2,2 %) Patienten inhomogen. Diese drei Patienten zeigten jedoch sonographisch eine Ruptur der Rotatorenmanschette.

Betrachtet man nun die ipsilaterale Seite im Verlauf der drei Untersuchungen, so erkennt man ein stetiges Absinken des Befundes 'ohne Besonderheiten' von einem Ausgangsniveau von 56,3 %

über 48,8 % auf 41,0 %. Der Befund ‘herabgesetzte Echogenität’ stieg von einem schon hohen Anteil von 31,3 % auf 34,9 % und stabilisierte sich bei 35,9 %. Außerdem kam es zur Zunahme der Befunde ‘erhöhte Echogenität’ sowie ‘inhomogene Echogenität’.

Fasst man alle Ergebnisse zusammen, die nicht dem Befund ‘ohne Besonderheiten’ entsprachen, so kam man bei der ersten postoperativen Untersuchung auf 51,2 % und bei der zweiten auf 59,0 %, im Gegensatz zu 43,8 % präoperativ.

Tab. 3-2b: Häufigkeit bestimmter Befunde bei der sonographischen Echogenität des M. ISP bei intakter und rupturierter Sehne prä- und postoperativ

<u>M. ISP</u>				
<u>Sehne intakt</u>	<u>kontralateral</u>	<u>ipsilateral-prä</u>	<u>ipsilat.-6 Wochen</u>	<u>ipsilat.-7 Wochen</u>
o.B.	39 (100,0%)	40 (100,0%)	33 (91,7%)	31 (88,6%)
herabgesetzt	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (8,3%)	4 (11,4%)
erhöht	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
inhomogen	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
herabg.+inhom.	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
<u>Sehne rupturiert</u>	<u>kontralateral</u>	<u>ipsilateral-prä</u>	<u>ipsilat.-6 Wochen</u>	<u>ipsilat.-7 Wochen</u>
o.B.	6 (100,0%)	5 (71,4%)	4 (57,1%)	3 (75,0%)
herabgesetzt	0 (0,0%)	1 (14,3%)	2 (28,6%)	0 (0,0%)
erhöht	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (14,3%)	1 (25,0%)
inhomogen	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
herabg.+inhom.	0 (0,0%)	1 (14,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)

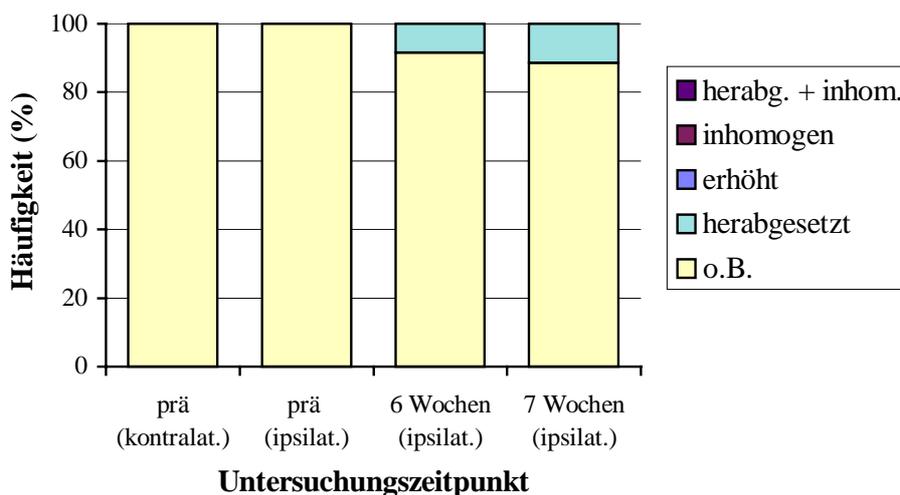


Abb. 3-8b: Graphik zur oberen Hälfte der Tabelle 3-2b.

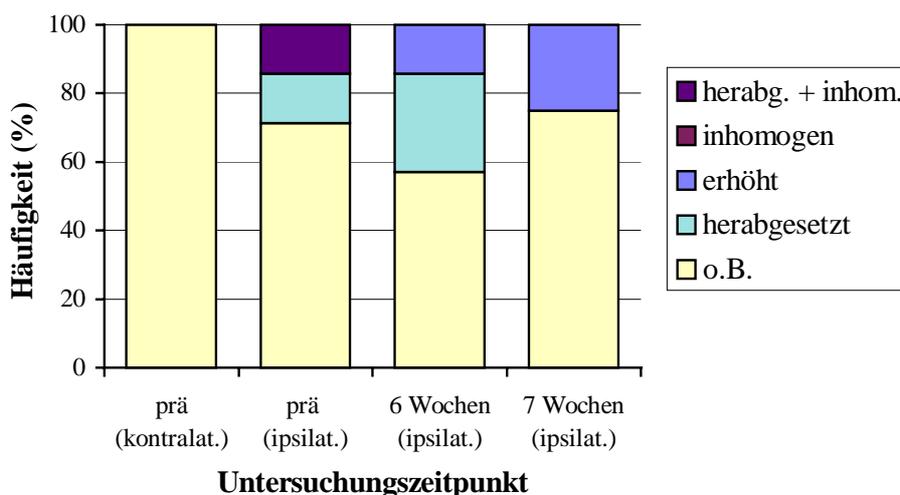


Abb. 3-8c: Graphik zur unteren Hälfte der Tabelle 3-2b.

Sowohl bei intakter als auch bei defekter Sehne des M. ISP der verletzten Seite war die sonographische Echogenität des M. ISP der kontralateralen Schulter normal.

Auf der betroffenen Seite ergab sich bei intakter Sehne des M. ISP präoperativ ebenfalls zu 100 % eine normale Echogenität, postoperativ kam es in etwa 10 % der Fälle zu veränderten Echogenitäten. War auch die Infraspinatussehne rupturiert, so lag präoperativ bei fünf von sieben Fällen, postoperativ bei vier von sieben respektive drei von vier Patienten eine normale Echogenität vor, insgesamt also seltener als bei gesunder Infraspinatussehne.

3.4.2 Abgrenzbarkeit

Die Ergebnisse der sonographischen Abgrenzbarkeit von M. SSP und M. ISP beider Schultern sind in Tab. 3-3a und b und Abb. 3-9a, b und c zusammengestellt.

Tab. 3-3a: Häufigkeit bestimmter Befunde bei der sonographischen Abgrenzbarkeit des M. SSP prä- und postoperativ

<u>M. SSP</u>				
	<u>kontralateral</u>	<u>ipsilateral-prä</u>	<u>ipsilat.-6 Wochen</u>	<u>ipsilat.-7 Wochen</u>
gut	42 (93,3%)	30 (62,5%)	20 (46,5%)	17 (43,6%)
vermindert	3 (6,7%)	18 (37,5%)	23 (53,5%)	22 (56,4%)

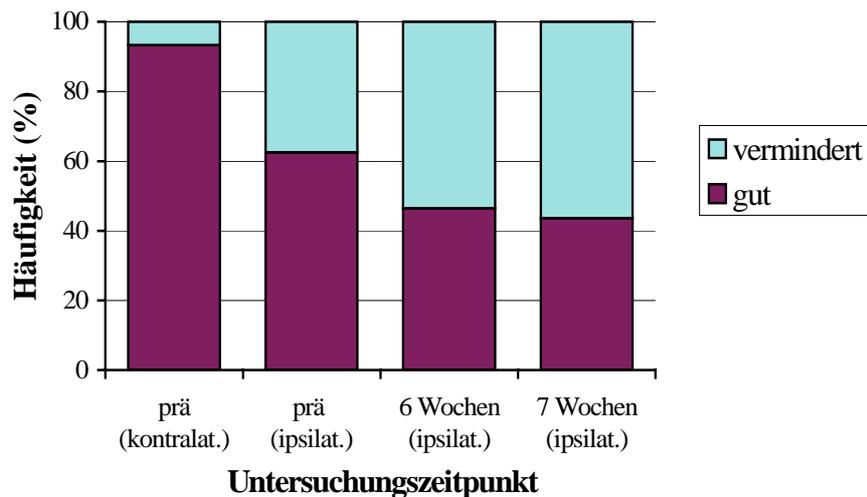


Abb. 3-9a: Graphik zu Tabelle 3-3a.

Die nicht-betroffene Schulter zeigt in 42 von 45 Fällen (93,3 %) eine gute sonographische Abgrenzbarkeit des M. SSP, wobei zwei der drei Patienten mit verminderter Abgrenzbarkeit sonographisch eine Ruptur der Rotatorenmanschette hatten. Der Verlauf der drei Untersuchungen auf der betroffenen Seite spiegelt das Abfallen der Häufigkeit einer guten Abgrenzbarkeit von einem eher niedrigen Ausgangswert von 62,5 % auf 46,5 % und weiter auf 43,6 % wider.

Tab. 3-3b: Häufigkeit bestimmter Befunde bei der sonographischen Abgrenzbarkeit des M. ISP bei intakter und rupturierter Sehne prä- und postoperativ

<u>M. ISP</u>				
<u>Sehne intakt</u>	<u>kontralateral</u>	<u>ipsilateral-prä</u>	<u>ipsilat.-6 Wochen</u>	<u>ipsilat.-7 Wochen</u>
gut	38 (100,0%)	37 (92,5%)	32 (88,9%)	30 (85,7%)
vermindert	0 (0,0%)	3 (7,5%)	4 (11,1%)	5 (14,3%)
<u>Sehne rupturiert</u>				
gut	7 (100,0%)	6 (85,7%)	4 (57,1%)	3 (75,0%)
vermindert	0 (0,0%)	1 (14,3%)	3 (42,9%)	1 (25,0%)

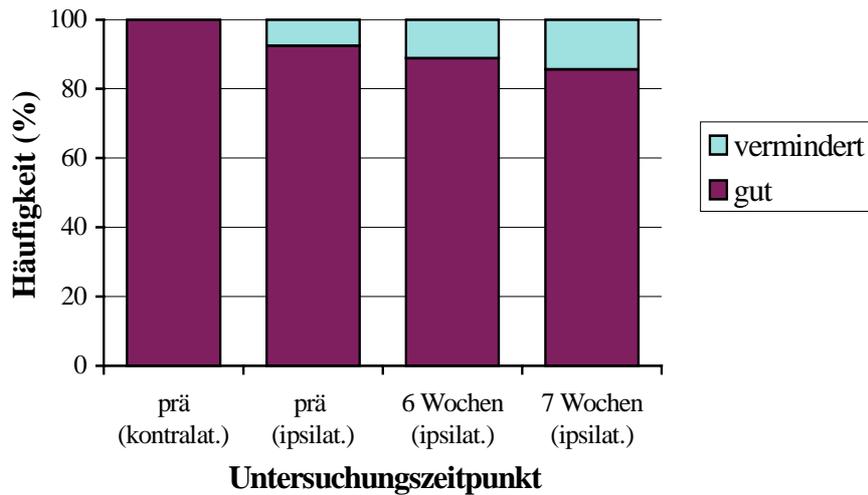


Abb. 3-9b: Graphik zur oberen Hälfte der Tabelle 3-3b.

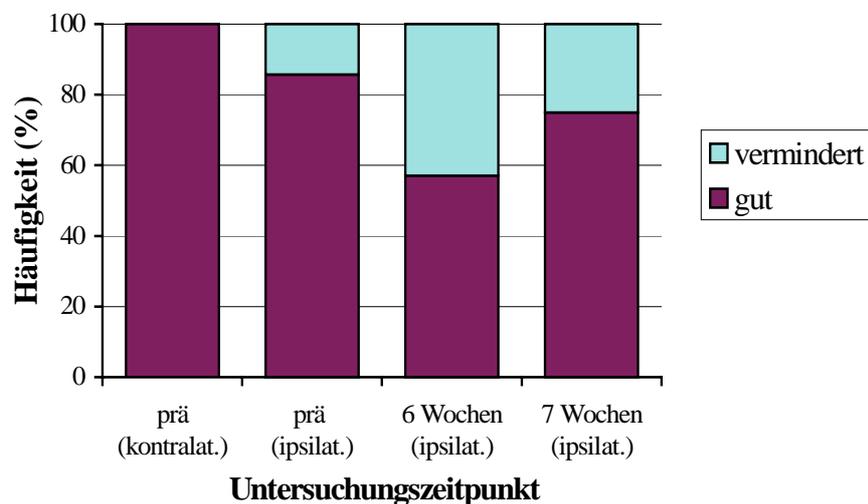


Abb. 3-9c: Graphik zur unteren Hälfte der Tabelle 3-3b.

Die sonographische Abgrenzbarkeit des M. ISP der unverletzten Seite war bei allen 45 Patienten gut. Der Befund auf der betroffenen Seite hing wiederum stark davon ab, ob die Infraspinatussehne an der Ruptur beteiligt war oder nicht. In ersterem Fall lag der Anteil der Befunde 'gute Abgrenzbarkeit' mit Werten zwischen 57 % und 86 % bei allen drei Untersuchungen deutlich niedriger als bei gesunder Sehne, bei der Werte zwischen 86 % und 93 % erreicht wurden.

3.4.3 Validität von Echogenität und Abgrenzbarkeit

Die Validität der Methode der sonographischen Bestimmung der Echogenität und der Abgrenzbarkeit des M. SSP und M. ISP wurde überprüft, indem die Befunde der ersten und der zweiten postoperativen Untersuchung der betroffenen Schulter, zwischen denen ein Zeitraum von einer Woche lag, miteinander verglichen wurden. Dabei erfolgte eine Einteilung in zwei Untergruppen:

Die eine Untergruppe beinhaltete die Patienten, deren Befunde zwischen der ersten und zweiten postoperativen Untersuchung identisch geblieben waren, die andere Untergruppe umfasste die Patienten, bei denen in diesem Zeitraum sonographische Veränderungen festgestellt wurden.

Von der Hypothese ausgehend, dass sich ein Muskel innerhalb einer Woche morphologisch nicht so stark verändern kann, dass dies bei der Sonographie sichtbar wird, wurden die Fälle ohne Veränderungen der Befunde als Zeichen einer ausreichenden Validität der Methode gewertet, während die anderen als Beleg für eine zu geringe Validität genommen wurden. Gestützt wurde diese Hypothese durch die Studien von Schwennicke et al. (1998), die als frühesten Zeitpunkt sonographisch erkennbarer Abnormitäten nach akuter traumatischer Verletzung zehn Tage angaben, und von Küllmer et al. (1998), die erste sonographische Veränderungen im M. SSP nach Denervation des N. suprascapularis nach zwei Wochen fanden..

Die Tab. 3-4a, b und 3-5 zeigen die erhaltenen Häufigkeiten.

Tab. 3-4a: Häufigkeiten verschiedener Befundkombinationen der sonographischen Echogenität bei der ersten und zweiten postoperativen Untersuchung

		<u>Gesamt</u>	<u>M. SSP</u>	<u>M. ISP</u>
<u>ipsilat.-6 Wochen</u>				
<u>ipsilat.-7 Wochen</u>				
<u>identisch</u>				
o.B.	o.B.	43	13	30
herabgesetzt	herabgesetzt	11	9	2
erhöht	erhöht	4	3	1
inhomogen	inhomogen	2	2	0
		<u>60 = 83,3 %</u>	<u>27 = 75,0 %</u>	<u>33 = 91,7 %</u>
<u>verschieden</u>				
o.B.	herabgesetzt	5	3	2
o.B.	erhöht	0	0	0
o.B.	inhomogen	1	1	0
herabgesetzt	o.B.	3	2	1
erhöht	o.B.	0	0	0
inhomogen	o.B.	0	0	0
herabgesetzt	erhöht	1	1	0
herabgesetzt	inhomogen	1	1	0
erhöht	herabgesetzt	0	0	0
erhöht	inhomogen	0	0	0
inhomogen	herabgesetzt	1	1	0
inhomogen	erhöht	0	0	0
		<u>12 = 16,7 %</u>	<u>9 = 25,0 %</u>	<u>3 = 8,3 %</u>

Die Betrachtung der Echogenität zeigte in 83,3 % der Fälle einen identischen Befund bei beiden Untersuchungen. Dementsprechend wurden bei 16,7 % der Fälle zwei verschiedene Befunde erhalten. Bei der weiteren Aufteilung in Echogenität des M. SSP und des M. ISP fällt auf, dass die Sonographie des M. SSP einen deutlich geringeren Anteil identischer Befunde hatte (75,0 % ge-

gegenüber 91,7 %).

Fasst man alle Befunde, die nicht 'ohne Besonderheiten' waren, zu den 'pathologischen' Befunden zusammen und stellt sie dann den Befunden 'ohne Besonderheiten' gegenüber (Tab. 3-4b), so erhält man bei 63 von 72 (87,5 %) Fällen keinen Unterschied zwischen der ersten und zweiten postoperativen Untersuchung und bei 9 von 72 (12,5 %) Fällen eine Veränderung von 'o.B.' nach 'pathologisch' oder umgekehrt.

Tab. 3-4b: Häufigkeiten verschiedener Befundkombinationen der sonographischen Echogenität bei der ersten und zweiten postoperativen Untersuchung (Tab. 3-4a zusammengefasst)

		Gesamt	M. SSP	M. ISP
<u>ipsilat.-6 Wochen ipsilat.-7 Wochen</u>				
<u>identisch</u>				
o.B.	o.B.	43	13	30
pathologisch	pathologisch	20	17	3
		<u>63 = 87,5 %</u>	<u>30 = 83,3 %</u>	<u>33 = 91,7 %</u>
<u>verschieden</u>				
o.B.	pathologisch	6	4	2
pathologisch	o.B.	3	2	1
		<u>9 = 12,5 %</u>	<u>6 = 16,7 %</u>	<u>3 = 8,3 %</u>

Tab. 3-5: Häufigkeiten verschiedener Befundkombinationen der sonographischen Abgrenzbarkeit bei der ersten und zweiten postoperativen Untersuchung

		Gesamt	M. SSP	M. ISP
<u>ipsilat.-6 Wochen ipsilat.-7 Wochen</u>				
<u>identisch</u>				
gut	gut	43	14	29
vermindert	vermindert	21	17	4
		<u>64 = 88,9 %</u>	<u>31 = 86,1 %</u>	<u>33 = 91,7 %</u>
<u>verschieden</u>				
gut	vermindert	4	3	1
vermindert	gut	4	2	2
		<u>8 = 11,1 %</u>	<u>5 = 13,9 %</u>	<u>3 = 8,3 %</u>

Die sonographische Abgrenzbarkeit zeigte bei 88,9 % der beiden Untersuchungen den gleichen Befund, während er sich bei 11,1 % als verschieden darstellte.

Auch hier war das Ergebnis beim M. SSP deutlich schlechter als beim M. ISP (86,1 % zu 91,7 %).

3.4.4 Dickenmessung

Die erhaltenen Messwerte der sonographischen Dickenmessung des M. SSP und M. ISP sind in den Tab. 3-6a, b und c sowie den Abb. 3-10a, b und c dargestellt.

Zur Überprüfung der statistischen Signifikanzen innerhalb der Untergruppen der Männer und der Frauen wurde der Wilcoxon-Test verwendet. Der Vergleich der Untergruppen miteinander erfolgte mittels U-Test von Mann-Whitney.

Tab. 3-6a: Charakteristika der sonographischen Dickenmessung des M. SSP prä- und postoperativ (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

<u>M. SSP</u>				
Gesamt	kontralateral	ipsilateral-prä	ipsilat.-6 Wochen	ipsilat.-7 Wochen
M (mm)	20,0	17,9	17,6	17,6
R (mm)	11-27	11-27	13-25	13-25
SD (mm)	3,2	3,4	3,2	3,1
N	46	48	43	39
<u>Männer</u>				
M (mm)	21,4	** 18,6	18,5	18,6
R (mm)	17-27	11-27	13-25	13-25
SD (mm)	2,4	3,5	3,0	3,0
N	33	35	32	27
	*	*	*	*
<u>Frauen</u>				
M (mm)	16,5	15,9	15,0	15,5
R (mm)	11-19	12-19	13-18	13-20
SD (mm)	2,2	1,9	1,7	1,9
N	13	13	11	12

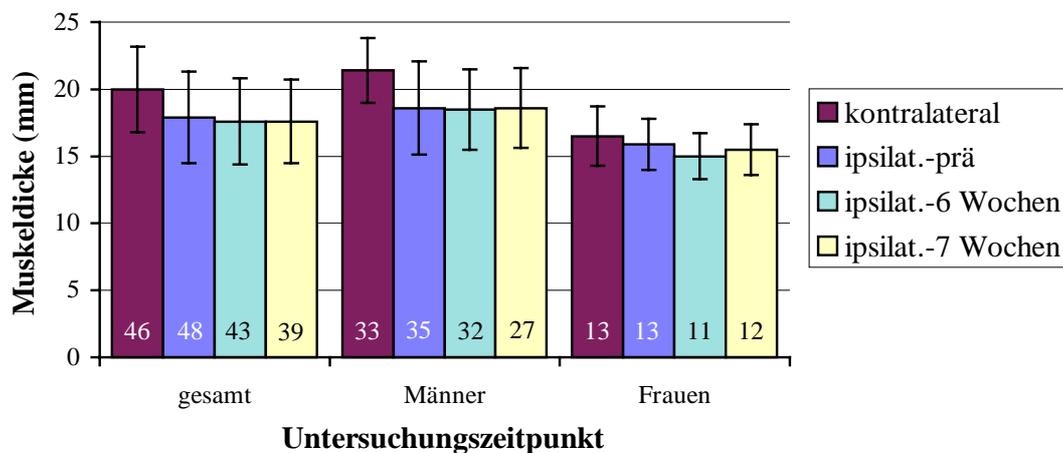


Abb. 3-10a: Graphik zu Tabelle 3-6a.

Bei den männlichen Patienten zeigte sich präoperativ eine hoch signifikant höhere Dicke ($p < 0,01$) des M. SSP des kontralateralen Armes gegenüber dem betroffenen Arm (21,4 mm gegenüber 18,6 mm). Eine signifikante Veränderung der Muskeldicke im Verlauf der drei Untersuchungen an der verletzten Schulter war nicht nachzuweisen.

Bei den weiblichen Patienten war beim Vergleich zwischen den Dicken des M. SSP des kontra- und ipsilateralen Arms präoperativ (16,5 mm gegenüber 15,9 mm) kein signifikanter Unterschied festzustellen, ebenso wenig wie im Verlauf der drei Untersuchungen auf der verletzten Seite.

Der Vergleich der Dicken des M. SSP zwischen den männlichen und weiblichen Patienten brachte in jeder der vier Kategorien eine hoch signifikant höhere Dicke ($p < 0,01$) in der männlichen Untergruppe.

Tab. 3-6b: Charakteristika der sonographischen Dickenmessung des M. ISP bei intakter Sehne prä- und postoperativ (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

<u>M. ISP</u>						
<u>Gesamt</u>	kontralateral		ipsilateral-prä		ipsilat.-6 Wochen	ipsilat.-7 Wochen
M (mm)	18,9		18,1		15,9	15,7
R (mm)	12-25		11-25		11-22	11-22
SD (mm)	2,6		2,9		2,5	2,8
N	40		41		37	35
 <u>Männer</u>						
M (mm)	19,8	*	18,6	**	16,3	16,8
R (mm)	15-25		14-25		11-21	11-22
SD (mm)	2,2		2,7		2,5	2,6
N	27		28		26	23
		*				*
 <u>Frauen</u>						
M (mm)	17,1		16,8	**	14,7	13,7
R (mm)	12-22		11-22		11-18	11-16
SD (mm)	2,6		2,9		2,1	1,7
N	13		13		11	12

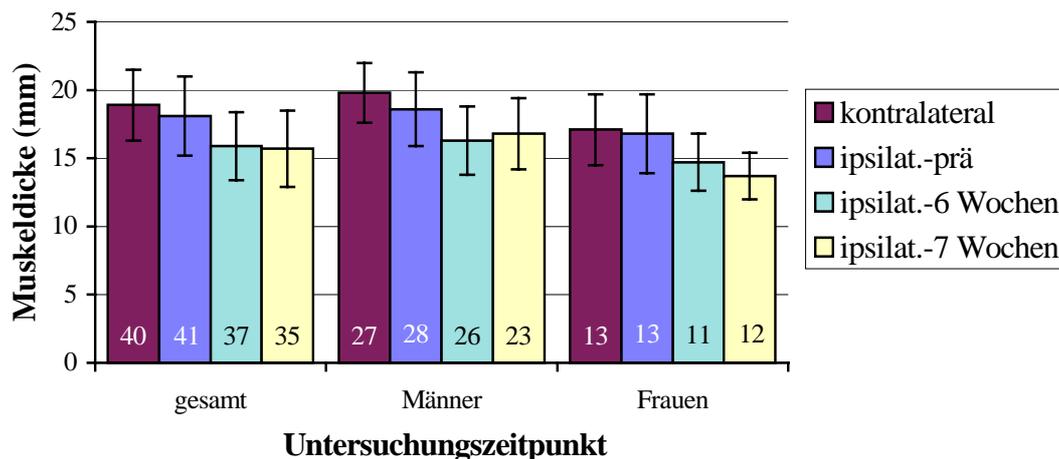


Abb. 3-10b: Graphik zu Tabelle 3-6b.

Die Messung des M. ISP mit intakter Sehne bei den männlichen Patienten ergab einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) bei der präoperativen Untersuchung beider Schultern (19,8 mm zu 18,6 mm). Außerdem war eine hoch signifikante Abnahme ($p < 0,01$) der Muskeldicke des verletzten Armes zwischen der präoperativen und der ersten postoperativen Untersuchung (18,6 mm auf 16,3 mm) nachzuweisen.

Bei den weiblichen Patienten erbrachte die präoperative Messung des M. ISP der beiden Schultern keinen nennenswerten Unterschied (17,1 mm zu 16,8 mm). Eine hoch signifikante Verminderung ($p < 0,01$) in der Muskeldicke der betroffenen Seite konnte jedoch zwischen der präoperativen und der ersten postoperativen Untersuchung (16,8 mm auf 14,7 mm) entdeckt werden. Außerdem zeigte sich eine signifikante Abnahme ($p < 0,05$) zwischen der ersten und zweiten postoperativen Untersuchung (14,7 mm auf 13,7 mm).

Die Testung auf Signifikanz zwischen den Dicken des M. ISP bei den männlichen und weiblichen Patienten ergab bei den kontralateralen Schultern (19,8 mm zu 17,1 mm) und der zweiten postoperativen Untersuchung der ipsilateralen Schultern (16,8 mm zu 13,7 mm) ein hoch signifikantes ($p < 0,01$) Ergebnis.

Tab. 3-6c: Charakteristika der sonographischen Dickenmessung des M. ISP bei Ruptur seiner Sehne prä- und postoperativ (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

<u>M. ISP</u>				
Gesamt	kontralateral	ipsilateral-prä	ipsilat.-6 Wochen	ipsilat.-7 Wochen
M (mm)	18,5	15,7	15,4	14,8
R (mm)	14-23	10-22	13-22	13-18
SD (mm)	3,5	4,0	3,0	2,4
N	6	6	7	4
<u>Männer</u>				
M (mm)	18,5	*	15,7	15,4
R (mm)	14-23		10-22	13-22
SD (mm)	3,5		4,0	3,0
N	6		6	7
<u>Frauen</u>				
M (mm)	-	-	-	-
R (mm)	-	-	-	-
SD (mm)	-	-	-	-
N	0	0	0	0

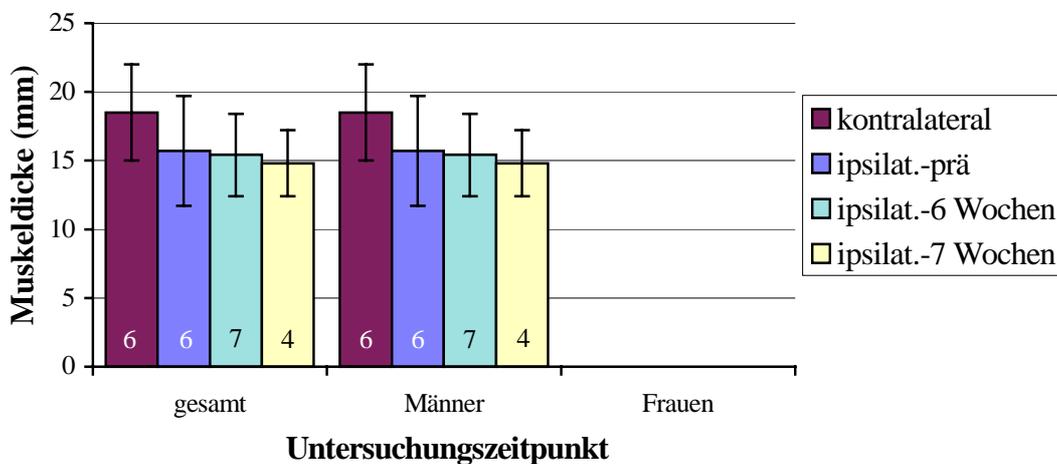


Abb. 3-10c: Graphik zu Tabelle 3-6c.

Gerissene Sehnen des M. ISP kamen bei sieben Patienten und bei keiner Patientin vor. Bei diesen sieben Männern wurde präoperativ ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen der kontralateralen Seite und der betroffenen Seite ermittelt (18,5 mm zu 15,7 mm), während es im Verlauf der drei Untersuchungen auf der defekten Seite zu keinen markanten Veränderungen mehr kam.

3.4.5 Muskelkinetik

Die Abb. 3-11a, b und c zeigen die Häufigkeit des Vorkommens der verschiedenen sonographischen Kontraktionstypen im Verlauf der drei Untersuchungen.

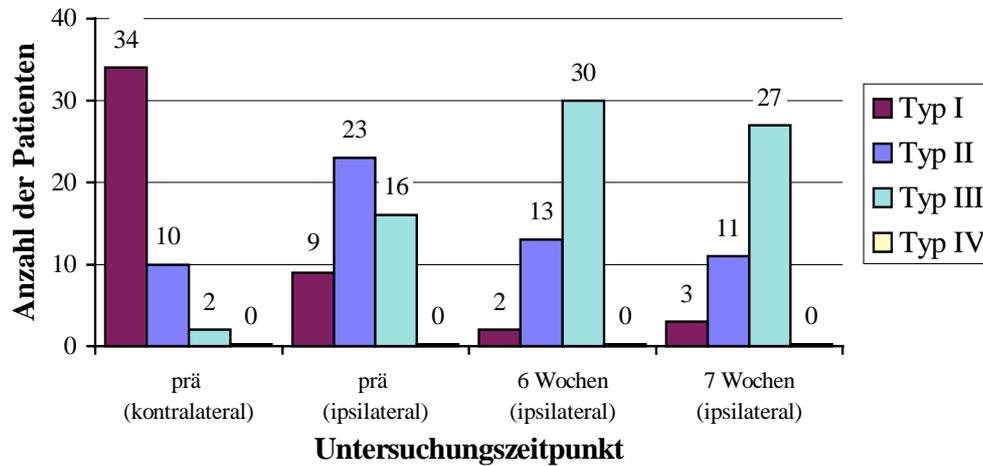


Abb. 3-11a: Verlauf der sonographischen Muskelkinetik des M. SSP.

Der M. SSP der nicht-betroffenen Seite hatte in 34 Fällen eine Kinetik vom Typ I, 10-mal vom Typ II und 2-mal vom Typ III. Differenziert man auf der nicht-betroffenen Seite aber noch zwischen den Mm. SSP, die keine Ruptur hatten und denen, welche sonographisch eine zeigten, so erhält man eine Verteilung von 30-2-1-0 gegenüber 4-8-1-0.

Auf der verletzten Seite kam präoperativ nur 9-mal Typ I vor, aber 23-mal Typ II und 16-mal Typ III. Postoperativ sank die Anzahl der Patienten mit einer Typ-I-Kinetik deutlich, während sich die Anzahl der 'schlechteren' sonographischen Typen stark erhöhte.

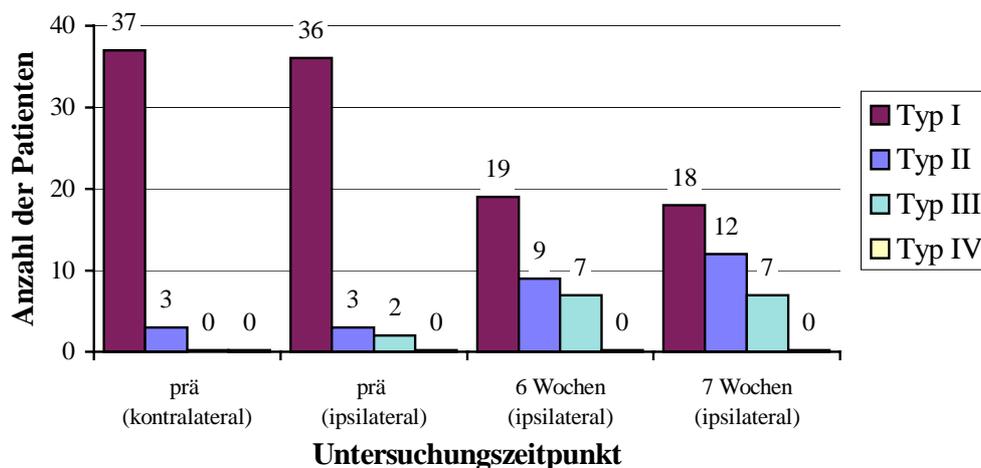


Abb. 3-11b: Verlauf der sonographischen Muskelkinetik des M. ISP bei intakter Sehne.

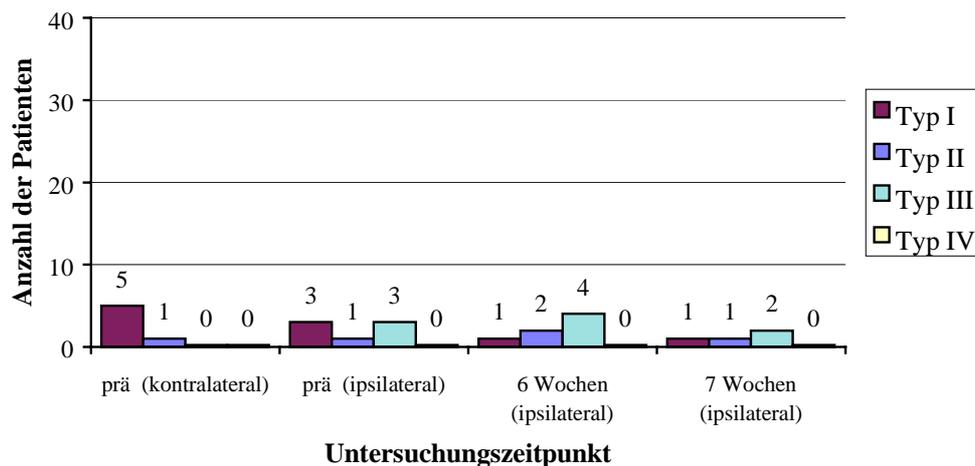


Abb. 3-11c: Verlauf der sonographischen Muskelkinetik des M. ISP bei Ruptur seiner Sehne.

Der M. ISP der kontralateralen Seite zeigte bei 42 (=37+5) Schultern eine Kinetik vom Typ I und 4-mal (=3+1) den Typ II, während andere Typen nicht vorkamen.

Der M. ISP der verletzten Seite, aber mit gesunder Sehne, hatte präoperativ 36-mal den Typ I, 3-mal den Typ II und 2-mal den Typ III. Postoperativ reduzierte sich die Zahl der Typen I auf 19, während deutlich mehr Typen II und III auftraten.

War auch die Infraspinatussehne von der Ruptur betroffen, so kam präoperativ der Typ III genauso häufig vor wie der Typ I, nämlich 3-mal, während ein Patient den Typ II hatte. Postoperativ verschob sich das Verhältnis leicht zugunsten des 'schlechten' Typs III.

Auch hier wurden die Häufigkeiten gewichtet und damit Mittelwerte, Spannweiten und Standardabweichungen berechnet. Diese sind in den Tab. 3-7a und b aufgelistet und in Abb. 3-12 graphisch veranschaulicht.

Tab. 3-7a: Charakteristika der sonographischen Muskelkinetik des M. SSP prä- und postoperativ (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

M. SSP						
	kontralateral		ipsilateral-prä		ipsilat.-6 Wochen	ipsilat.-7 Wochen
M	1,30	**	2,15	**	2,62	2,59
R	1-3		1-3		1-3	1-3
SD	0,55		0,71		0,58	0,63
N	46		48		45	41

Zur Ermittlung der statistischen Signifikanzen wurde auf den Wilcoxon-Test zurückgegriffen.

Bei der Sonographie des M. SSP ergab sich ein hoch signifikanter Unterschied ($p < 0,01$) des Mittelwertes zwischen dem betroffenen und dem nicht-betroffenen Arm (1,30 gegenüber 2,15). Wei-

terhin kam es zu einer hoch signifikanten Zunahme ($p < 0,01$) des Mittelwertes zwischen präoperativer und erster postoperativer Untersuchung auf der ipsilateralen Seite (von 2,15 auf 2,62). Zum Zeitpunkt der letzten Sonographie war der Wert auf 2,59 gefallen, was aber statistisch nicht signifikant war.

Die obige Differenzierung der kontralateralen Seite hinsichtlich sonographischer Intaktheit bzw. Ruptur der Sehne des M. SSP führt zu einer Aufspaltung des Mittelwertes 1,30 in die Mittelwerte 1,12 (33 Patienten) bei Intaktheit und 1,77 (13 Patienten) bei Ruptur der Sehne des M. SSP. Sie unterschieden sich hoch signifikant ($p < 0,01$; Mann-Whitney). Jedoch gab es bei Rupturen der Sehne des M. SSP keine signifikante Differenz (Mann-Whitney) zwischen den Mittelwerten der kontralateralen und der ipsilateralen Seite (1,77 gegenüber 2,15).

Bei 8 von 41 (19,5 %) Patienten wurde nach sieben Wochen eine Reruptur diagnostiziert. Der Vergleich der Kinetik des M. SSP dieser acht mit den intakten 33 Patienten zeigte einen Mittelwert von 3,00 gegenüber 2,48 (Gesamtdurchschnitt gemäß Tab. 3-7a: 2,59).

Tab. 3-7b: Charakteristika der sonographischen Muskelkinetik des M. ISP bei intakter und rupturierter Sehne prä- und postoperativ (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

<u>M. ISP</u>					
<u>Sehne intakt</u>	<u>kontralateral</u>	<u>ipsilateral-prä</u>		<u>ipsilat.-6 Wochen</u>	<u>ipsilat.-7 Wochen</u>
M	1,08	1,17	*	1,66	1,70
R	1-2	1-3		1-3	1-3
SD	0,27	0,50		0,80	0,78
N	40	41		35	37
		*		*	
<u>Sehne rupturiert</u>					
M	1,17	2,00		2,43	2,25
R	1-2	1-3		1-3	1-3
SD	0,41	1,00		0,79	0,96
N	6	7		7	4

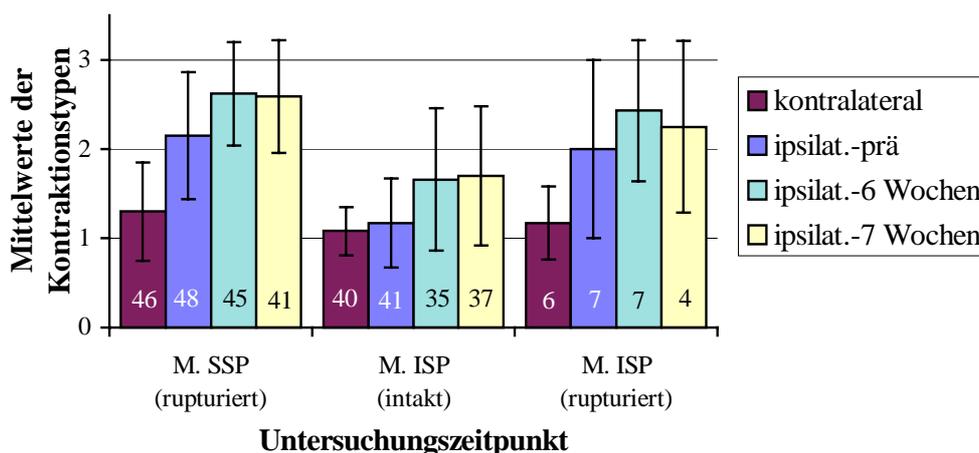


Abb. 3-12: Graphik zu Tabelle 3-7a und b.

Die Sonographie des M. ISP bei Intaktheit seiner Sehne brachte auf der betroffenen Seite eine signifikante Differenz ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten der prä- und der ersten postoperativen Untersuchung (von 1,17 auf 1,66). Zwischen erster und zweiter postoperativer Untersuchung (1,66 zu 1,70) sowie zwischen den präoperativen Untersuchungen (1,08 zu 1,17) beider Schultern bestand kein signifikanter Unterschied.

War die Sehne des M. ISP rupturiert, so konnten weder präoperativ zwischen beiden Armen (1,17 zu 2,00) noch postoperativ beim betroffenen Arm (2,00, 2,43 und 2,25) signifikante Unterschiede der Mittelwerte festgestellt werden.

Auf der ipsilateralen Seite zeigten sich prä- und postoperativ außerdem hoch signifikante und signifikante Unterschiede ($p < 0,01$ und $p < 0,05$; Mann-Whitney) zwischen der Muskelkinetik bei intakter und bei rupturierter Sehne (1,17 zu 2,00 und 1,66 zu 2,43).

3.4.6 Muskelkinetik in Abhängigkeit vom präoperativen Typ

Die Hypothese, dass sich eine bessere präoperative Muskelkinetik (beispielsweise Typ I) auch bei den beiden folgenden postoperativen Untersuchungen besser entwickelt als die eines schlechten präoperativen Typs (z.B. Typ III), wurde mithilfe des Trendtests von Jonckheere untersucht.

Dazu wurden drei Untergruppen gebildet. Die erste Untergruppe bestand aus den Patienten, deren Muskelkinetik am M. SSP des betroffenen Armes präoperativ dem Typ I zugeordnet wurde, die zweite Gruppe bildeten diejenigen Patienten mit dem präoperativen Typ II und die dritte Gruppe alle mit Typ III präoperativ. Patienten, die eine Muskelkinetik des Typs IV hatten, kamen nicht vor. Der Verlauf der Muskelkinetik des M. ISP mit rupturierter Sehne wurde wegen der geringen Zahl von Patienten nicht betrachtet.

Anschließend wurden für die einzelnen Untergruppen die Mittelwerte, Spannweiten und Standardabweichungen der Muskelkinetik bei den beiden postoperativen Untersuchungen berechnet, welche in Tab. 3-8 und Abb. 3-13 wiedergegeben sind.

Tab. 3-8: Charakteristika der sonographischen Muskelkinetik des M. SSP bei drei verschiedenen Untergruppen prä- und postoperativ

	ipsilateral-prä	ipsilat.-6 Wochen	ipsilat.-7 Wochen
Gruppe 1			
M	1,00	2,25	2,33
R		1-3	1-3
SD		0,71	0,71
N	9	8	9
Gruppe 2			
M	2,00	2,68	2,55
R		1-3	1-3
SD		0,56	0,68
N	23	22	20
Gruppe 3			
M	3,00	2,73	2,83
R		2-3	2-3
SD		0,45	0,44
N	16	15	12
Gruppe 4			
M	-	-	-
R	-	-	-
SD	-	-	-
N	0	0	0

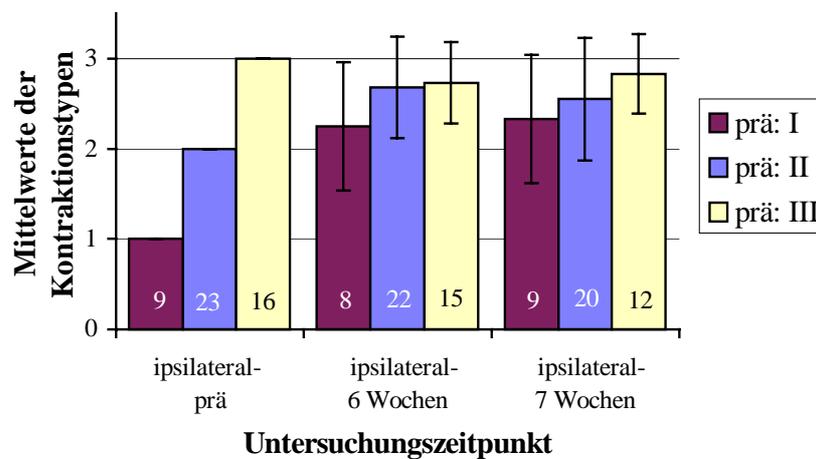


Abb. 3-13: Graphik zu Tabelle 3-8.

Bei der ersten postoperativen Untersuchung ergab sich der niedrigste Mittelwert in Gruppe 1 (2,25) und der höchste Wert in Gruppe 3 (2,73), während der Mittelwert der Gruppe 2 dazwischen lag (2,68). Die gleiche Reihenfolge erhielt man auch bei der zweiten postoperativen Untersuchung ($2,33 < 2,55 < 2,83$).

Die Testung mittels Jonckheere ergab in beiden Fällen eine ausreichende Signifikanz ($p < 0,05$), so dass die formulierte Hypothese, dass ein präoperativ besserer Typ sich auch postoperativ besser entwickelt, als bestätigt gelten darf.

Der verwendete Test kann aber nicht zeigen, dass die Mittelwerte zweier Gruppen sich postoperativ signifikant unterscheiden (also beispielsweise 2,55 signifikant größer ist als 2,33). Er zeigt nur, dass die vermutete Reihenfolge (Gruppe 1 hat niedrigere Werte als Gruppe 2 und diese niedrigere als Gruppe 3) bei den folgenden Untersuchungen bestehen bleibt.

3.5 Korrelationen

3.5.1 Klinische Schulterblattbewegung und Defektgröße

Um die erhaltenen Typen der klinischen Schulterblattbewegung mit den Defektgrößen in Beziehung zu setzen, wurden – für Flexion und Abduktion separat – die Häufigkeiten der verschiedenen Defektgrößen bei den jeweiligen Typen der Schulterblattbewegung gezählt (siehe die Tab. 3-9a und 3-9b).

Um von den geringen Fallzahlen in der jeweiligen Untergruppe wegzukommen, wurden anschließend die Typen 0 und 1 sowie 2 und 3 der Schulterblattbewegung zusammengefasst.

Tab. 3-9a: Häufigkeiten der präoperativen Schulterblattbewegungstypen (Flexion) bei verschiedenen Defektgrößen

	Schulterblattbewegungstyp					
	0	1	2	3	0+1	2+3
Defektgröße						
Bateman I	2	6	4	0	8	4
Bateman II	5	4	9	1	9	10
Bateman III	1	2	8	1	3	9
Bateman IV	0	1	2	2	1	4

Tab. 3-9b: Häufigkeiten der präoperativen Schulterblattbewegungstypen (Abduktion) bei verschiedenen Defektgrößen

<u>Defektgröße</u>	<u>Schulterblattbewegungstyp</u>					
	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>0 + 1</u>	<u>2 + 3</u>
Bateman I	4	6	2	0	10	2
Bateman II	3	9	6	1	12	7
Bateman III	2	7	2	1	9	3
Bateman IV	1	1	2	1	2	3

Bei der Flexion erhielt man dann bei den Typen 0 und 1 der Scapulabewegung 8-mal Bateman I, 9-mal Bateman II, 3-mal Bateman III und 1-mal Bateman IV. Bei den Typen 2 und 3 kam man 4-mal auf Bateman I, 10-mal auf Bateman II, 9-mal auf Bateman III und 4-mal auf Bateman IV. Augenscheinlich zeichnete sich bei den klinisch 'guten' Typen der Schulterblattbewegung ein Trend zu kleinen und mittleren Defekten ab, während bei den höheren Typen 2 und 3 eher die großen Defekte vorlagen. Daher wurde eine Berechnung der Statistik mithilfe des Kendall-Tests durchgeführt.

Diese ergab einen hoch signifikanten Zusammenhang ($p < 0,01$) zwischen den Typen der Schulterblattbewegung und der Größe der Defekte in dem Sinne, dass die Typen 2 und 3 der Scapulabewegung mit signifikant größeren Defekten einhergingen als die Typen 0 und 1.

Die entsprechende Testung des Zusammenhangs zwischen der Schulterblattbewegung bei der Abduktion und der Defektgröße ergab keine Signifikanz.

3.5.2 Sonographische Echogenität und Defektgröße

Um die Hypothese zu überprüfen, dass sich durch den Befund der präoperativen sonographischen Echogenität des M. SSP am betroffenen Arm eine Aussage über die intraoperativ zu erwartende Defektgröße machen lässt, wurde Tab. 3-10 zusammengestellt.

Sie stellt die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Befunde der sonographischen Echogenität in Relation zur Größe der Ruptur dar. Dabei wurde bei der Echogenität wiederum nur zwischen den Befunden 'o.B.' und 'pathologisch' unterschieden.

Tab. 3-10: Häufigkeiten der Befunde der präoperativen sonographischen Echogenität des M. SSP am ipsilateralen Arm bei verschiedenen Defektgrößen

<u>Defektgröße</u>	<u>Echogenität</u>					
	<u>o.B.</u>	<u>pathologisch:</u>	herabg.	erhöht	inhomog.	her.+inh.
Bateman I	9	3	2	0	0	1
Bateman II	12	7	5	0	2	0
Bateman III	5	7	4	0	0	3
Bateman IV	1	4	4	0	0	0

Der Vergleich zeigt, dass die Verteilung bei den Befunden 'ohne Besonderheit' 9-mal Bateman I, 12-mal Bateman II, 5-mal Bateman III und 1-mal Bateman IV lautete, während bei allen pathologischen Befunden 3-mal Bateman I, 7-mal Bateman II, 7-mal Bateman III und 4-mal Bateman IV vorkamen. Die statistische Aufarbeitung erfolgte mit dem U-Test nach Mann-Whitney. Die erhaltene Signifikanz ($p < 0,05$) ließ die Aussage zu, dass bei präoperativen sonographischen Echogenitäten des M. SSP der betroffenen Seite, die einen pathologischen Befund aufwiesen, intraoperativ signifikant größere Defekte vorlagen als bei den nicht-pathologischen Befunden.

3.5.3 Sonographische Abgrenzbarkeit und Defektgröße

Analog zu Punkt 3.5.2 wurde versucht, auch einen Zusammenhang zwischen der präoperativen sonographischen Abgrenzbarkeit des M. SSP der betroffenen Seite und der Größe der Ruptur festzustellen. Tab. 3-11 zeigt die jeweiligen Häufigkeiten.

Tab. 3-11: Häufigkeiten der Befunde der präoperativen sonographischen Abgrenzbarkeit des M. SSP am ipsilateralen Arm bei verschiedenen Defektgrößen

<u>Defektgröße</u>	<u>Abgrenzbarkeit</u>	
	<u>gut</u>	<u>vermindert</u>
Bateman I	10	2
Bateman II	15	4
Bateman III	3	9
Bateman IV	2	3

Die Auswertung erfolgte wiederum mit dem Mann-Whitney-U-Test; es ergab sich ein hoch signifikanter Unterschied ($p < 0,01$). Somit lagen bei den präoperativ sonographisch schlecht abgrenzbaren Mm. SSP der betroffenen Seite signifikant größere Defekte vor als bei den Befunden, die als

‘gut abgrenzbar’ eingestuft worden waren.

3.5.4 Sonographische Muskelkinetik und Defektgröße

Zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen dem sonographischen Kontraktionstyp des M. SSP und der Defektgröße wurden die Häufigkeiten der Kombinationen ihrer Subtypen in Tab. 3-12 dargestellt.

Tab. 3-12: Häufigkeiten der präoperativen sonographischen Kontraktionstypen des M. SSP am ipsilateralen Arm bei verschiedenen Defektgrößen

	Kontraktionstyp			
	I	II	III	IV
Defektgröße				
Bateman I	5	4	3	0
Bateman II	3	12	4	0
Bateman III	0	6	6	0
Bateman IV	1	1	3	0

Bei Kontraktionstyp I lagen 5-mal Bateman I, 3-mal Bateman II, keinmal Bateman III und 1-mal Bateman IV vor, Kontraktionstyp II war 4-mal mit Bateman I, 12-mal mit Bateman II, 6-mal Bateman III und 1-mal mit Bateman IV vergesellschaftet und Kontraktionstyp III zeigte 3-mal Bateman I, 4-mal Bateman II, 6-mal Bateman III und 3-mal Bateman IV.

Da auch hier mit einem höheren Kontraktionstyp die Tendenz zu größeren Defekten ins Auge fiel, wurde wiederum die statistische Signifikanz mithilfe Kendalls τ berechnet.

Man erhielt eine positive Korrelation von hoher statistischer Signifikanz ($p < 0,01$), welche aussagt, dass mit einem höheren Kontraktionstyp auch die Größe der dabei vorliegenden Defekte zunahm.

3.5.5 Klinische Schulterblattbewegung und Constant-Score

In den Tab. 3-13a und b und den Abb. 3-14a und b wurden die bei den drei Untersuchungen erhaltenen Constant-Scores in Abhängigkeit von den präoperativen Schulterblattbewegungstypen dargestellt. Dabei erfolgte jeweils eine Zusammenfassung der Typen 0 und 1 sowie 2 und 3.

Tab. 3-13a: Constant-Score prä- und postoperativ abhängig vom präoperativen Schulterblattbewegungstyp (Flexion)

		<u>Untersuchungszeitpunkt</u>			
		<u>prä</u>	<u>6 Wochen</u>	<u>7 Wochen</u>	
<u>Schulterblatt-</u> <u>bewegungstyp</u>	0 + 1	M (%)	49,1	41,7	55,1
		R (%)	19,1-94,8	16,3-80,9	29,0-95,6
		SD (%)	21,3	15,3	19,3
		N	21	21	18
2 + 3	M (%)	39,8	41,8	47,0	
	R (%)	4,6-79,3	14,1-87,4	7,9-95,1	
	SD (%)	17,2	18,6	18,3	
	N	27	24	25	

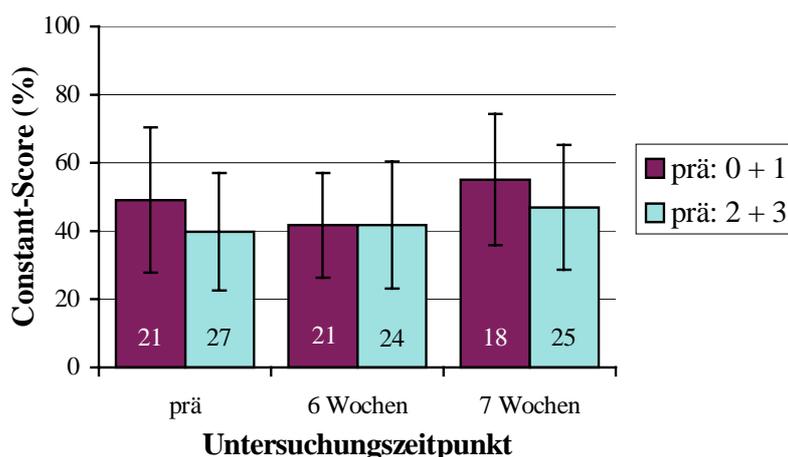


Abb. 3-14a: Graphik zu Tabelle 3-13a.

Bei der Flexion lag der Mittelwert des Constant-Scores bei den 'guten' Typen 0 und 1 präoperativ bei 49,1 %. Die damit nicht direkt vergleichbaren (siehe 2.3.2.2.2) postoperativen Werte lagen bei 41,7 % und 55,1 %. Die 'schlechten' Typen 2 und 3 hatten präoperativ einen geringeren Mittelwert von 39,8 %, während postoperativ Werte von 41,8 % und 47,0 % vorlagen. Es interessierte nun die Frage, ob sich die Mittelwerte bei der letzten Untersuchung signifikant voneinander unterschieden. Diese Aussage wurde mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests verneint.

Somit ließ sich durch die Ermittlung des präoperativen Schulterblattbewegungstyps in Flexionsrichtung keine Aussage über die Entwicklung des Constant-Scores sieben Wochen nach der Operation machen.

Tab. 3-13b: Constant-Score prä- und postoperativ abhängig vom präoperativen Schulterblattbewegungstyp (Abduktion)

		<u>Untersuchungszeitpunkt</u>		
		<u>prä</u>	<u>6 Wochen</u>	<u>7 Wochen</u>
0 + 1	M (%)	44,5	39,9	53,8
	R (%)	13,5-94,8	14,1-80,9	29,0-95,6
	SD (%)	19,2	15,8	17,3
	N	33	32	30
2 + 3	M (%)	42,4	46,5	42,7
	R (%)	4,6-79,3	15,5-87,4	7,9-95,1
	SD (%)	20,6	19,3	20,8
	N	15	13	13

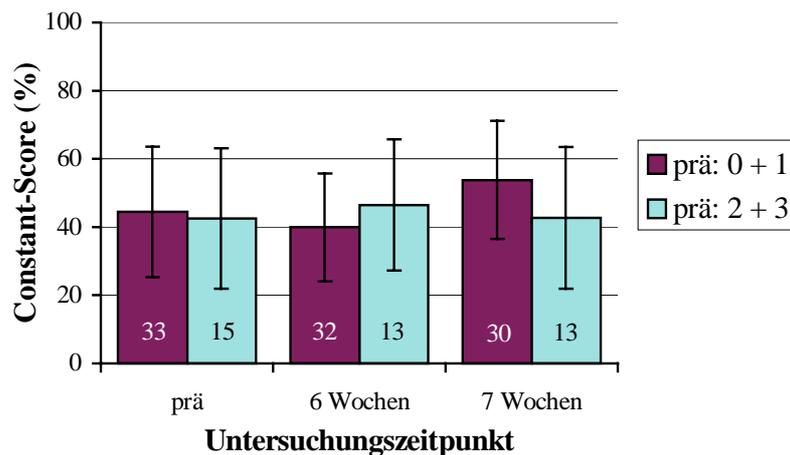


Abb. 3-14b: Graphik zu Tabelle 3-13b.

Auch bei der Abduktion ergab die statistische Analyse keinen signifikanten Unterschied bei der zweiten postoperativen Untersuchung.

Folglich wiesen Patienten, die präoperativ die Typen 0 und 1 der Schulterblattbewegung bei Abduktion besaßen, sieben Wochen nach der Operation keinen signifikant höheren Constant-Score auf als jene mit den Typen 2 und 3.

3.5.6 Sonographische Echogenität und Constant-Score

Um die These zu überprüfen, dass die sonographische Untersuchung eine geeignete Möglichkeit der objektiven Befundkontrolle ist, wurde Tab. 3-14 zusammengestellt. Sie vergleicht dazu die bei den drei Untersuchungen *jeweils* vorliegenden Echogenitäten des M. SSP mit den erzielten

Constant-Scores der Patienten. Dabei wurden alle Befunde, die nicht 'ohne Besonderheit' waren, zum Befund 'pathologisch' zusammengefasst. Abb. 3-15 veranschaulicht die erhaltenen Werte.

Tab. 3-14: Constant-Score prä- und postoperativ abhängig von der jeweiligen sonographischen Echogenität des M. SSP am ipsilateralen Arm (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

		<u>Untersuchungszeitpunkt</u>			
		<u>prä</u>	<u>6 Wochen</u>	<u>7 Wochen</u>	
<u>Echogenität</u>	o.B.	M (%)	47,3	47,6	57,4
		R (%)	13,5-94,8	15,5-87,4	21,7-95,1
		SD (%)	21,3	17,5	20,8
		N	27	21	16
			*		
pathologisch	M (%)	39,4	37,9	46,4	
	R (%)	4,6-72,9	16,3-79,5	26,1-95,6	
	SD (%)	16,1	14,9	14,7	
	N	21	22	23	

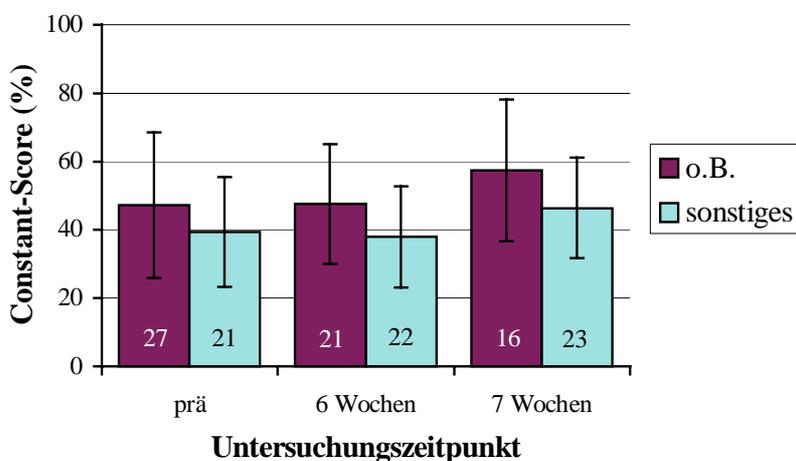


Abb. 3-15: Graphik zu Tabelle 3-14.

Bei dem Befund 'o.B.' lag bereits präoperativ ein hoher Mittelwert des Constant-Scores von 47,3 % vor. Nach sechs Wochen zeigte sich ein Mittelwert von 47,6 %, der in der folgenden Woche deutlich auf 57,4 % zunahm. Die Befunde 'pathologisch' besaßen präoperativ dagegen einen niedrigeren Mittelwert von 39,4 %, während sich postoperativ Mittelwerte von 37,9 % und 46,4 % ergaben. Patienten mit einer normalen Echogenität des kranken M. SSP erreichten sechs Wochen postoperativ signifikant bessere Constant-Scores als Patienten, die eine veränderte Echogenität aufwiesen ($p < 0,05$; Mann-Whitney-U-Test).

Zur Klärung der Frage, ob die präoperative sonographische Echogenität des M. SSP der betroffe-

nen Schulter einen Einfluss auf den postoperativen Constant-Score hat, wurden Tab. 3-15 und Abb. 3-16 zusammengestellt.

Tab. 3-15: Constant-Score prä- und postoperativ abhängig von der präoperativen sonographischen Echogenität des M. SSP am ipsilateralen Arm (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

<u>Echogenität</u>		<u>Untersuchungszeitpunkt</u>		
		<u>prä</u>	<u>6 Wochen</u>	<u>7 Wochen</u>
o.B.	M (%)	47,3	43,5	54,1
	R (%)	13,5-94,8	15,5-80,9	7,9-95,6
	SD (%)	21,3	13,7	20,1
	N	27	24	26
*				
pathologisch	M (%)	39,4	39,8	44,8
	R (%)	4,6-72,9	14,1-87,4	26,1-95,1
	SD (%)	16,1	20,3	15,8
	N	21	21	17

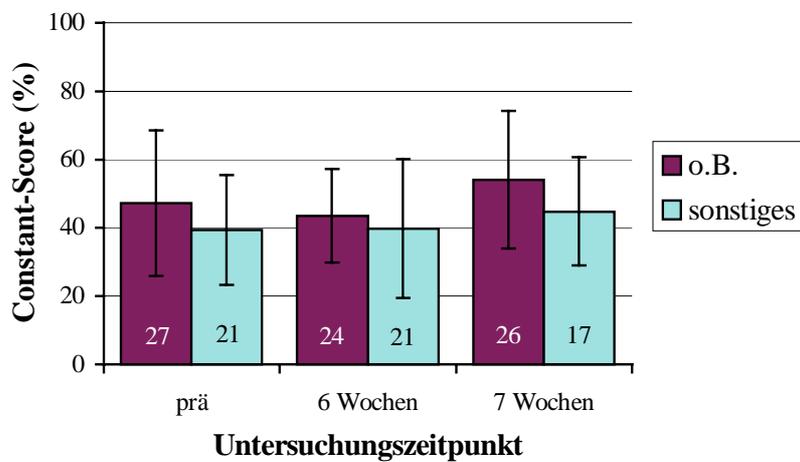


Abb. 3-16: Graphik zu Tabelle 3-15.

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte bei der zweiten postoperativen Untersuchung bei den Befunden 'o.B.' einen signifikant höheren ($p < 0,05$) Constant-Score als bei den pathologischen Befunden (54,1 % zu 44,8 %).

Daher lässt sich folgern, dass solche Patienten, die bei der präoperativen sonographischen Echogenität des M. SSP am ipsilateralen Arm den Befund 'o.B.' aufwiesen, nach sieben Wochen einen signifikant besseren Constant-Score hatten als Patienten mit pathologischen Echogenitäten.

3.5.7 Sonographische Abgrenzbarkeit und Constant-Score

Die bei den drei Untersuchungen vorliegende *jeweilige* sonographische Abgrenzbarkeit des M. SSP der ipsilateralen Seite wurde ebenfalls mit dem erzielten Constant-Score verglichen. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen Tab. 3-16 und Abb. 3-17.

Tab. 3-16: Constant-Score prä- und postoperativ abhängig von der jeweiligen sonographischen Abgrenzbarkeit des M. SSP am ipsilateralen Arm (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

<u>Abgrenzbarkeit</u>		<u>Untersuchungszeitpunkt</u>		
		<u>prä</u>	<u>6 Wochen</u>	<u>7 Wochen</u>
gut	M (%)	46,7	48,9	56,7
	R (%)	13,5-94,8	27,6-87,4	35,4-95,1
	SD (%)	20,2	16,2	19,1
	N	30	20	17
		*		
vermindert	M (%)	39,0	37,2	46,4
	R (%)	4,6-72,9	15,5-79,5	21,7-95,6
	SD (%)	17,6	15,5	16,2
	N	18	23	22

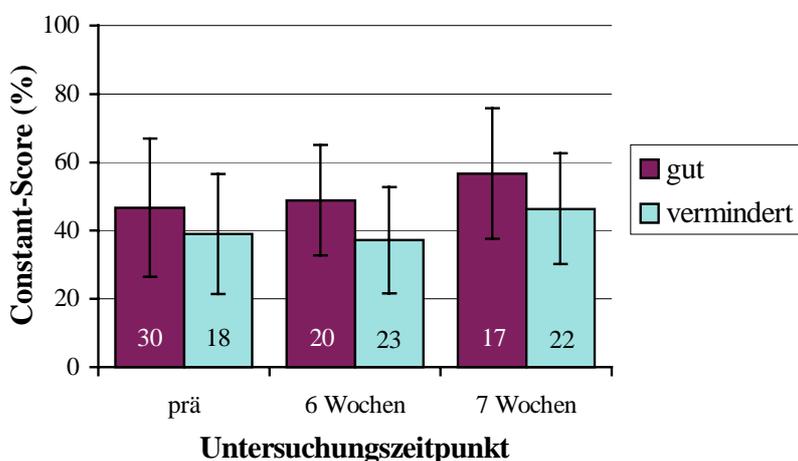


Abb. 3-17: Graphik zu Tabelle 3-16.

Hier ergab sich eine statistische Signifikanz bei der ersten postoperativen Untersuchung. Dabei hatten Patienten mit einer guten Abgrenzbarkeit des M. SSP der verletzten Schulter signifikant ($p < 0,05$; Mann-Whitney) bessere Constant-Scores als jene mit einer verminderten.

Analog zu Tab. 3-15 und Abb. 3-16 zeigen Tab. 3-17 und Abb. 3-18 den Zusammenhang zwischen *präoperativer* sonographischer Abgrenzbarkeit des M. SSP der verletzten Schulter und dem

Constant-Score.

Tab. 3-17: Constant-Score prä- und postoperativ abhängig von der präoperativen sonographischen Abgrenzbarkeit des M. SSP am ipsilateralen Arm (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

		<u>Untersuchungszeitpunkt</u>		
		<u>prä</u>	<u>6 Wochen</u>	<u>7 Wochen</u>
gut	M (%)	46,7	45,5	56,5
	R (%)	13,5-94,8	16,3-80,9	26,1-95,6
	SD (%)	20,2	15,5	18,8
	N	30	28	27
			*	*
vermindert	M (%)	39,0	35,7	40,2
	R (%)	4,6-72,9	14,1-87,4	7,9-69,5
	SD (%)	17,6	18,0	14,5
	N	18	17	16

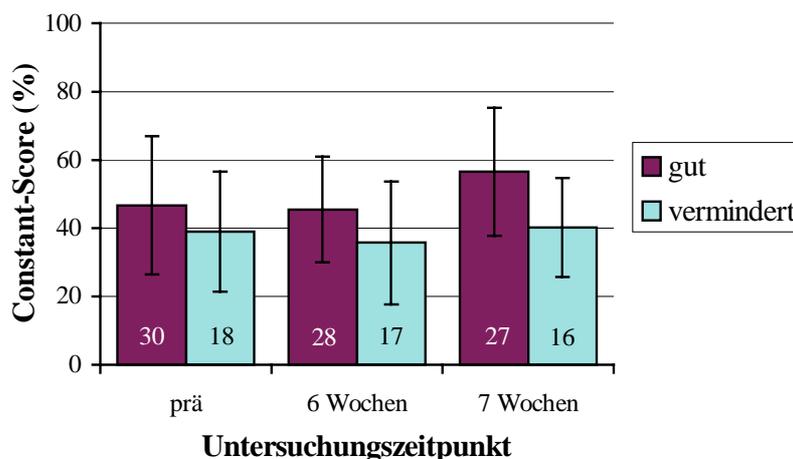


Abb. 3-18: Graphik zu Tabelle 3-17.

Bei guter Abgrenzbarkeit erhielt man Mittelwerte des Constant-Scores von 46,7 % präoperativ, 45,5 % und 56,5 % postoperativ. Durchgehend niedriger und im Wesentlichen unverändert bei allen drei Untersuchungen waren die Durchschnittswerte bei verminderter sonographischer Abgrenzbarkeit.

Der Mann-Whitney-U-Test ermittelte bei guter sonographischer Abgrenzbarkeit einen signifikant ($p < 0,05$) besseren Constant-Score bei der ersten postoperativen Untersuchung sowie einen hoch signifikant ($p < 0,01$) besseren bei der zweiten.

Dies ermöglicht die Aussage, dass bei guter präoperativer sonographischer Abgrenzbarkeit des M.

SSP der betroffenen Seite postoperativ ein signifikant besserer Constant-Score vorlag als bei schlechter präoperativer Abgrenzbarkeit.

3.5.8 Sonographische Muskelkinetik und Constant-Score

Die *jeweilige* sonographische Muskelkinetik bei den drei Untersuchungen wurde ebenfalls mit dem Constant-Score in Beziehung gesetzt. Die erhaltene Tab. 3-18 und Abb. 3-19 zeigen den Constant-Score untergruppiert nach den vorliegenden Kontraktionstypen.

Tab. 3-18: Constant-Score prä- und postoperativ abhängig vom jeweiligen sonographischen Kontraktionstyp des M. SSP am ipsilateralen Arm

		<u>Untersuchungszeitpunkt</u>		
		<u>prä</u>	<u>6 Wochen</u>	<u>7 Wochen</u>
<u>Kontraktionstyp</u>				
I	M (%)	56,9	59,6	80,5
	R (%)	27,9-94,8	38,3-80,9	54,2-95,1
	SD (%)	26,0	30,1	22,8
	N	9	2	3
II	M (%)	41,3	44,6	57,1
	R (%)	13,5-79,3	14,1-79,5	41,4-86,3
	SD (%)	14,8	16,1	14,4
	N	23	13	11
III	M (%)	40,2	39,4	43,3
	R (%)	4,6-72,9	15,5-87,4	7,9-95,6
	SD (%)	19,4	16,4	15,8
	N	16	30	27
IV	M (%)	-	-	-
	R (%)	-	-	-
	SD (%)	-	-	-
	N	0	0	0

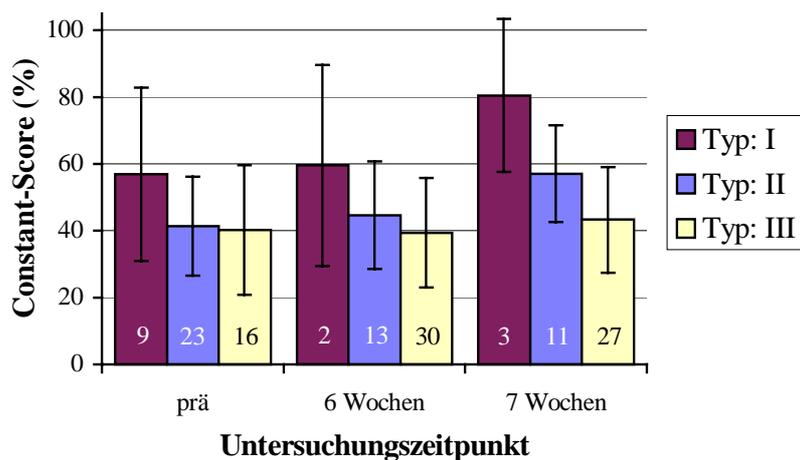


Abb. 3-19: Graphik zu Tabelle 3-18.

Wie leicht zu erkennen ist, besaßen in jeder der drei Untersuchungen diejenigen Schultern, deren Mm. SSP einen Typ I der Muskelkinetik aufwiesen, gleichzeitig auch den besten Constant-Score, jene mit dem Typ III hatten den schlechtesten und die mit dem Typ II lagen dazwischen. Die Teststatistik (Kendalls τ) zeigte bei den postoperativen Untersuchungen eine signifikante ($p < 0,05$) und hoch signifikante ($p < 0,01$) Abnahme des Constant-Scores mit zunehmendem Typ der Muskelkinetik.

Den Zusammenhang zwischen dem *präoperativen* sonographischen Kontraktionstyp und dem Constant-Score bei allen drei Untersuchungen zeigen Tab. 3-19 und Abb. 3-20.

Tab. 3-19: Constant-Score prä- und postoperativ abhängig vom präoperativen sonographischen Kontraktionstyp des M. SSP am ipsilateralen Arm (*: signifikant ($p < 0,05$), **: hoch signifikant ($p < 0,01$))

Kontraktionstyp		Untersuchungszeitpunkt			
		prä	6 Wochen	7 Wochen	7 Wochen
I	M (%)	56,9	45,7	57,6	
	R (%)	27,9-94,8	26,1-80,9	26,1-95,6	
	SD (%)	26,0	18,8	23,1	
	N	9	8	9	
II	M (%)	41,3	39,4	53,8	
	R (%)	13,5-79,3	15,5-72,1	21,7-95,1	
	SD (%)	14,8	13,9	18,6	
	N	23	22	22	
III	M (%)	40,2	43,2	39,4	
	R (%)	4,6-72,9	14,1-87,4	7,9-51,4	
	SD (%)	19,4	20,5	11,2	
	N	16	15	12	
IV	M (%)	-	-	-	
	R (%)	-	-	-	
	SD (%)	-	-	-	
	N	0	0	0	
	I+II	MW (%)	54,7		
		SW (%)	21,7-95,6		
		SD (%)	19,7		
		N	31		
			*		
	III	MW (%)	39,4		
		SW (%)	7,9-51,4		
		SD (%)	11,2		
		N	12		

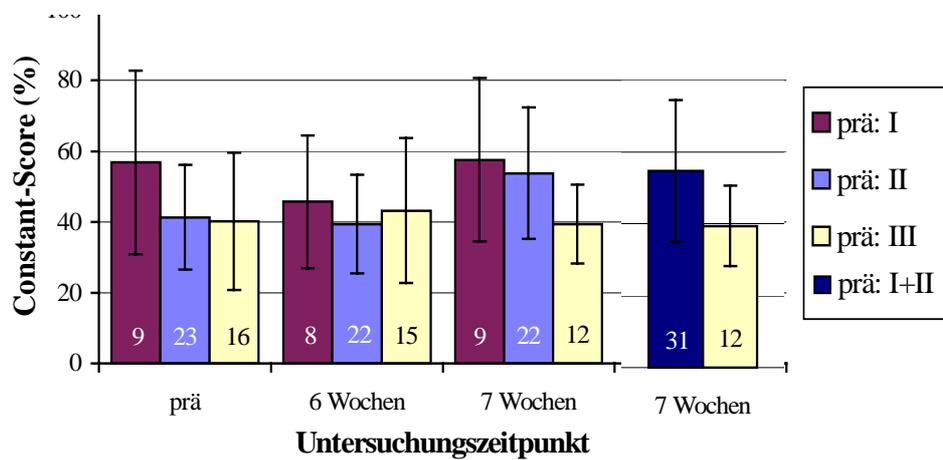


Abb. 3-20: Graphik zu Tabelle 3-19.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, lag bei der präoperativen Untersuchung bei Typ I ein durchschnittlicher Wert von 56,9 % vor, bei Typ II von 41,3 % und bei Typ III von 40,2 %. Ein Typ IV kam präoperativ nicht vor. Die erste postoperative Untersuchung brachte eine Nivellierung der Werte im Bereich zwischen 39,4 % und 45,7 %, während bei der zweiten postoperativen Untersu-

chung die ursprüngliche Reihenfolge mit 57,6 % für Typ I, 53,8 % für Typ II und 39,4 % für Typ III wieder hergestellt war.

Statistisch analysiert (Mann-Whitney) wurde die zweite postoperative Untersuchung. Dazu wurden die Typen I und II zusammengefasst, während eine Verschmelzung der Typen III und IV mangels eines Typs IV nicht möglich war. Nun zeigten die 'niedrigen' Typen ein hoch signifikant ($p < 0,01$) besseres Ergebnis (54,7 % gegenüber 39,4 %) als die 'hohen'.

Somit hatten Patienten, welche am ipsilateralen Arm präoperativ einen sonographischen Kontraktionstyp von I oder II besaßen, nach sieben Wochen einen hoch signifikant besseren Constant-Score als solche mit einem Typ III.

3.5.9 Sonographische Muskelkinetik und klinische Schulterblattbewegung

Die Beziehung zwischen den klinischen Schulterblattbewegungstypen bei Flexion und Abduktion und den sonographischen Kontraktionstypen des M. SSP ist durch Auflistung ihrer Häufigkeiten in den Tab. 3-20a und b zu erkennen.

Zur Verringerung der Anzahl von Untergruppen und somit zur Erhöhung der Patientenzahl pro Untergruppe wurden die Schulterblattbewegungstypen 0 und 1 sowie 2 und 3 wiederum zusammengefasst.

Tab. 3-20a: Häufigkeiten der präoperativen Schulterblattbewegungstypen (Flexion) bei verschiedenen präoperativen sonographischen Kontraktionstypen des M. SSP am ipsilateralen Arm

	<u>Schulterblattbewegungstyp</u>					
	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>0 + 1</u>	<u>2 + 3</u>
<u>Kontraktionstyp</u>						
I	1	5	3	0	6	3
II	6	7	9	1	13	10
III	1	1	11	3	2	14
IV	0	0	0	0	0	0

Tab. 3-20b: Häufigkeiten der präoperativen Schulterblattbewegungstypen (Abduktion) bei verschiedenen präoperativen sonographischen Kontraktionstypen des M. SSP am ipsilateralen Arm

	Schulterblattbewegungstyp					
	0	1	2	3	0+1	2+3
Kontraktionstyp						
I	2	6	1	0	8	1
II	6	10	6	1	16	7
III	2	7	5	2	9	7
IV	0	0	0	0	0	0

Bei der Flexion waren bei Kontraktionstyp I dann 6 Fälle eines Schulterblattbewegungstyps 0 oder 1 vorhanden, bei Typ II 13 und bei Typ III 2 solcher Fälle. Ein Schulterblattbewegungstyp 2 oder 3 kam 3-mal bei Kontraktionstyp I vor, 10-mal bei Typ II und 14-mal bei Typ III.

Die statistische Analyse durch Kendalls τ zeigte eine positive Korrelation mit einer hohen statistischen Signifikanz ($p < 0,01$), sodass die Hypothese, dass bei einer Zunahme der klinisch 'schlechten' Schulterblattbewegungstypen 2 und 3 auch vermehrt die sonographisch 'schlechten' Kontraktionstypen vorlagen, als bewiesen erachtet werden darf.

Die entsprechende Analyse der Daten der Schulterblattbewegungstypen bei Abduktion erbrachte eine etwas schwächere, aber ausreichende Signifikanz ($p < 0,05$), sodass die obige Hypothese hier in gleicher Weise gilt.

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse der Anamnese

Eine wesentliche Rolle für die postoperative Zufriedenheit der Patienten spielt die Schmerzlinderung. Die durchschnittliche Schmerzstärke, die die Patienten in der vorliegenden Studie auf der stufenlosen visuellen Analogskala eintrugen, war 62 %. Schon nach sechs Wochen kam es zu einem hoch signifikanten Abfall des Wertes auf 32 %, während in der darauffolgenden Woche die Stärke des Schmerzes mit 31 % nahezu unverändert blieb.

Die gleiche Tendenz zeigte die Einstufung in vier Schmerzkategorien im Constant-Score. Auffällig ist dabei, dass es bei dieser Einteilung zwischen der ersten und der zweiten postoperativen Untersuchung wieder zu einer leichten Verschlechterung der Werte kam. In Anbetracht der Tatsache aber, dass die Rotatorenmanschette sechs Wochen lang nur passiv bewegt wurde, und somit durch die gestörte Innervation ihre Arbeit verlernt hatte und atrophiert war, verwundert es jedoch kaum, dass die eine Woche der aktiven Rehabilitation zu einer leichten Schmerzzunahme führte.

Die vorliegende Erhebung bestätigt somit die in der gesamten Literatur vorherrschende Meinung, dass bei einem Großteil der Patienten durch die Naht der rupturierten Rotatorenmanschette mitsamt der vorderen Acromioplastik und Sehnenrekonstruktion eine deutliche Schmerzlinderung eintritt.

4.2 Diskussion der Ergebnisse der klinischen Untersuchung

4.2.1 Constant-Score

Aufgrund der sinnvollen Verknüpfung subjektiver wie objektiver Parameter sowie der einfachen und reproduzierbaren Durchführbarkeit ist der Constant-Score eine anerkannte Methode zur Beurteilung der Schulterfunktion. Er bietet somit eine hervorragende Möglichkeit zur vergleichenden Auswertung unterschiedlicher Studien.

Der durchschnittliche Constant-Score der vorliegenden Untersuchung lag präoperativ bei 43,9 %, postoperativ lagen Werte von zunächst 41,8 % und nach einer weiteren Woche von 50,4 % vor, wobei dieser Anstieg hoch signifikant war (jeweils nach Alter und Geschlecht normiert).

Plafki (1994) untersuchte 126 Rotatorenmanschettenrupturen nach durchschnittlich drei Jahren nach und erhielt einen mittleren Constant-Score von 81,4 %. Gazielly et al. (1994) ermittelten bei 100 Komplettrupturen der Rotatorenmanschette präoperativ einen Mittelwert von 46 und in der Nachuntersuchung nach durchschnittlich vier Jahren einen Wert von 81,5. Ein etwas niedrigerer präoperativer Durchschnittswert von 41,7 ergab sich bei Gartsman et al. (1998) bei der Untersuchung von 73 Patienten, die anschließend arthroskopisch operiert wurden.

Die präoperativen Werte der Studien von Gazielly et al. Und Gartsman et al. Liegen in der gleichen Größenordnung wie der Wert der vorliegenden Untersuchung, während bei den postoperativen Zahlen ein Vergleich zwischen den aufgeführten Studien und letztgenannter aus zweierlei

Gründen nicht gezogen werden kann. Zum einen liegen die Zeitpunkte ihrer Nachuntersuchung alle im Bereich von zwei bis vier Jahren, während hier nach sieben Wochen nachuntersucht wurde, zum anderen konnte in der vorliegenden Studie postoperativ ja keine Kraftmessung durchgeführt werden. Zwar wurde daraufhin der erhaltene Punktwert auf die erreichbaren 100 Punkte beim Constant-Score hochgerechnet, aber trotzdem sind diese Zahlenwerte nicht ohne weiteres vergleichbar.

Erfahrungsgemäß dauert der Rehabilitationsprozess einer operierten Schulter Wochen bis Monate, so dass mit einiger Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass der Constant-Score dieser Studie bis zu einer späteren Nachuntersuchung noch steigen würde. Ausschlaggebend für diese Vermutung ist die Tatsache, dass sich der Score bereits innerhalb einer Woche nach Beginn der aktiven Krankengymnastik von 41,8 % auf 50,4 % erhöhte. Eine Aussage darüber, ob je die Werte der anderen Studien erreicht werden, ist jedoch nicht möglich. Der schnelle Anstieg des Scores innerhalb einer Woche ist jedoch bemerkenswert, zeigt er doch die Effektivität der durchgeführten Physiotherapie.

4.2.2 **Klinische Schulterblattbewegung**

Die in der Literatur eher vereinzelt vorkommenden Fallberichte über das ‘scapula winging’ (Makin et al. 1986; Mah, Otsuka 1992; Packer et al. 1993) zeigen zwar den vielfach vermuteten Zusammenhang zwischen einer Schulterverletzung und einer pathologischen scapulothorakalen Schulterblattbewegung, gleichzeitig fehlt es aber noch an geeigneten quantifizierenden Studien. Eine Ausnahme bildet die Untersuchung von Warner et al. (1992), in der gesunde Schultern, Schultern mit glenohumeraler Instabilität und Schultern mit einem Impingement-Syndrom miteinander verglichen wurden. Die Autoren verwendeten dabei die Moiré-Apparatur, die, bestehend aus einer punktförmigen Lichtquelle und einem Gitter aus horizontalen Linien, auf der Oberfläche des Patientenrückens ein Schattenlinienmuster erzeugte. Lag die Ebene des Patientenrückens parallel zur Versuchsapparatur, so konnte eine bestehende Asymmetrie der Rückenoberfläche anhand der Asymmetrie der Schattenlinien leicht erkannt werden. Die statische Untersuchung brachte hierbei zwar keine signifikanten Ergebnisse, die dynamische Untersuchung dagegen, bei welcher die Patienten mit beiden Armen mehrfach 4,5 kg schwere Gewichte mit 60° gebeugten Ellbogen in Flexion anheben sollten, zeigte bei den Patienten der Instabilitäts- und der Impingement-Gruppe signifikant mehr Asymmetrien als bei den gesunden Probanden. Ob dies allerdings die Ursache oder die Folge der Erkrankung war, ließen die Autoren unbeantwortet.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Schulterblattbewegung an Patienten mit Rotatorenmanschettenrupturen von prä- nach postoperativ verfolgt. Dazu wurde eine einfache klinische Einteilung in vier Kategorien verwendet. Die Beurteilung erfolgte getrennt für dynamische Bewegungen in Abduktions- und Flexionsrichtung.

Präoperativ lagen in beiden Fällen bei weniger als einem Viertel der Patienten physiologische

Schulterblattbewegungen vor (Flexion: 17 %, Abduktion: 21 %). Die erste postoperative Untersuchung führte auch jeweils zu einem Absinken dieses Anteils (Flexion: 7 %, Abduktion: 14 %), während er bei der letzten Untersuchung in beiden Fällen wieder leicht zugenommen hatte (Flexion: 7%, Abduktion 19 %).

Die Ergebnisse bestätigen somit trotz einer anderen Vorgehensweise die Ausführungen der Arbeitsgruppe von Warner, dass Patienten mit Schultererkrankungen (in diesem Fall mit Rotatorenmanschettenrupturen) einen sehr hohen Anteil von pathologischen Schulterblattbewegungsmustern haben.

Aus der Betrachtung der ermittelten Durchschnittswerte ist ersichtlich, dass die Werte der Flexion allesamt höher lagen als die der Abduktion. Dies deutet darauf hin, dass eine Schulterpathologie eher zu einer erkennbaren Veränderung der Schulterblattbewegung bei Anheben der Arme in Flexionsrichtung führt als bei Anheben in Abduktionsrichtung.

Der Verlauf der Mittelwerte bei der Flexion zeigte keine signifikanten Veränderungen. Bei der Abduktion erfolgte eine signifikante Abnahme der Mittelwerte zwischen erster und zweiter postoperativer Untersuchung. Folglich führte der Beginn der aktiven Krankengymnastik zu einer schnellen Besserung der Schulterblattbewegung bei Bewegung der Arme in Abduktionsrichtung, während eine solche Besserung bei der Flexion nicht zu erkennen war.

Ob die ermittelten Werte auf längere Sicht weiter und unter das präoperative Ausgangsniveau sinken werden, wird eine spätere Nachuntersuchung dieser Patienten zeigen müssen.

4.3 Diskussion der Ergebnisse der sonographischen Untersuchung

4.3.1 Echogenität

Die Arbeitsgruppe um Jósza (1990) berichtete von einem direkten Zusammenhang zwischen der Tenotomie einer Sehne bzw. der Dauer der Immobilisation des zugehörigen Muskels und der Zunahme des Volumenanteils des intramuskulären Bindegewebes. Björkenheim (1989), der die Supraspinatussehnen von zwölf Kaninchen experimentell durchtrennte, beobachtete nach vier Wochen eine Atrophie des Muskels und eine gleichzeitige fettige Degeneration des Bindegewebes. Küllmer et al. (1998) durchtrennten den N. suprascapularis von 35 Kaninchen und denervierten somit den M. SSP und M. ISP. Erste Veränderungen im EMG, im Ultraschall, in der MRT und in der Histopathologie zeigten sich nach etwa zwei Wochen. Zu diesem Zeitpunkt waren in der Sonographie ein verringerter Muskeldurchmesser und eine erhöhte Gesamtechogenität zu erkennen, die bis zur letzten Untersuchung nach 63 Tagen fortschritt. Goutallier et al. (1994) untersuchten mittels Computertomographie die fettige Muskeldegeneration bei Rupturen der Rotatorenmanschette und stellten fest, dass es sehr häufig zu einer solchen Muskeldegeneration kommt, beim M. ISP sogar dann, wenn seine Sehne nicht rupturiert ist. Zudem bildeten sich die Degenerationen nach erfolgreicher Operation beim M. SSP nur in einigen Fällen zurück, beim M. ISP verschlimmerten sie sich sogar noch.

In der vorliegenden Studie wurde versucht, diese morphologischen Veränderungen eines Muskels durch die Beurteilung seiner sonographischen Echogenität qualitativ zu erfassen. Dazu wurden die Mm. SSP und ISP der gesunden Seite der Patienten sowie die gleichen Muskeln auf der betroffenen Seite betrachtet, wobei in letzterem Fall die Sehne des M. SSP immer gerissen war und die des M. ISP siebenmal.

Es ergab sich, dass der M. SSP der kontralateralen Seite in 42 von 45 Fällen eine normale Echogenität aufwies, 2-mal war sie herabgesetzt, 1-mal inhomogen. Interessanterweise lag in diesen drei Fällen auch eine Ruptur der Rotatorenmanschette vor. Die Echogenität des M. ISP der gesunden Seite war in allen 45 Fällen ohne Besonderheit. Diese Ergebnisse belegen somit, dass bei einer gesunden Rotatorenmanschette die Echogenitäten ihrer Muskeln keine Besonderheiten aufweisen.

Der M. SSP der kranken Seite zeigte präoperativ hingegen nur in 27 von 48 (56,3%) Fällen eine normale Echogenität, und dieser Anteil nahm bei den beiden folgenden Untersuchungen über 48,8 % auf 41,0 % noch weiter ab. Unter den nicht normalen Echogenitäten hatte der Befund 'herabgesetzte Echogenität' jeweils den größten Anteil.

Beim M. ISP der kranken Seite, dessen Sehne gesund war, gab es präoperativ bei allen 40 (100,0 %) Schultern eine normale Echogenität. Postoperativ lagen jeweils nur noch bei ca. 90 % der Schultern normale Echogenitäten vor, wobei der Befund 'herabgesetzte Echogenität' zugenommen hatte.

Bei rupturierter Infraspinatussehne waren präoperativ 5 der 7 (71,4 %) Mm. ISP von normaler Echogenität. Postoperativ lag ihr Anteil bei 4 von 7 (57,1 %) bzw. 3 von 4 (75,0 %).

Davon ausgehend, dass die im Sonogramm erkannten Veränderungen Degenerationen des Muskels darstellen, werden die Ergebnisse von Goutallier größtenteils bestätigt. Denn in der vorliegenden Untersuchung hat die Ruptur der Sehne des M. SSP schon in ca. 45 % zu sonographisch erkennbaren morphologischen Veränderungen geführt. Die alleinige Reparatur der Sehne sowie die einwöchige Krankengymnastik reichten nicht aus, um dies rückgängig zu machen. Im Gegenteil: Während der Ruhigstellung und trotz der Krankengymnastik nahm der Anteil an veränderten Echogenitäten noch weiter zu. In die Ruptur einbezogene Mm. ISP wiesen ebenfalls schon präoperativ häufig veränderte Echogenitäten auf, was sich auch postoperativ nicht verbesserte.

Bezüglich des M. ISP der Rupturseite, dessen Sehne aber nicht gerissen war, konnte, anders als bei Goutallier, keine Degeneration festgestellt werden, da er immer sonographisch unauffällig war. Hingegen bestätigt die Tatsache, dass in etwa jeder Zehnte durch die postoperative Ruhigstellung sonographisch sichtbaren Schaden nahm, wiederum Goutalliers Ergebnisse.

Zusammenfassend zeigen die erhaltenen Ergebnisse, dass die Muskeln einer gesunden Rotatorenmanschette eine normale Echogenität aufweisen. Muskeln, deren Sehnen gerissen sind, besitzen oftmals veränderte Echogenitäten, welche sich durch die Ruhigstellung nach der Operation und trotz der Krankengymnastik noch verschlechtern. Auch Muskeln, deren Sehnen intakt sind, können durch die Ruhigstellung Schaden nehmen. Somit besteht eine Übereinstimmung mit Reimers

und Gaulrapp (1998), die von der Echogenität als einem von mehreren möglichen Beurteilungskriterien in der Muskelsonographie sprechen. Allerdings berichten sie davon, dass bei Muskelatrophien erhöhte Echogenitäten vorliegen, während in der eigenen Untersuchung bei den veränderten Echogenitäten vor allem der Befund der herabgesetzten Echogenität auftrat.

4.3.2 Abgrenzbarkeit

Reimers und Gaulrapp (1998) zufolge lassen sich in vielen Fällen das einen Muskel umgebende Epimysium sowie feinste Fettschichten zwischen Muskeln sonographisch als echoreiche Linie darstellen. Sie ermöglichen somit die Abgrenzung zu benachbarten Muskeln. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob außer dem Kriterium der sonographischen Echogenität auch diese sonographische Abgrenzbarkeit ein geeigneter Parameter ist, um die strukturellen Veränderungen bei Immobilisation eines Muskels oder Ruptur seiner Sehne zu charakterisieren.

Der M. SSP der kontralateralen Seite war in 42 von 45 Fällen gut abgrenzbar. Bei zwei der drei schlecht abgrenzbaren Befunde lagen Sehnenrupturen vor, bei einem war die Rotatorenmanschette sonographisch ausgedünnt. Der M. ISP war an allen 45 Schultern gut abgrenzbar.

Auf der verletzten Seite war der M. SSP hingegen präoperativ nur in 30 von 48 (62,5 %) Fällen gut abgrenzbar, postoperativ in 46,5 % und 43,6 %. Der M. ISP mit gesunder Sehne hatte präoperativ bei 92,5 % eine gute Abgrenzbarkeit, postoperativ bei 88,9 % und 85,7 %. Bei rupturierter Sehne lagen die Anteile mit Werten zwischen 57 % und 86 % deutlich niedriger.

Somit ergeben sich im Prinzip analoge Aussagen zu denen der Echogenität: Die Muskeln einer gesunden Rotatorenmanschette sind sonographisch immer gut abgrenzbar, Muskeln deren Sehne gerissen ist, weisen oftmals schon präoperativ eine schlechte Abgrenzbarkeit auf, was sich durch die 6-wöchige Ruhigstellung noch verschlimmert und Muskeln, deren Sehnen nicht gerissen sind, werden manchmal durch die Ruhigstellung mitgeschädigt.

Somit kann die Frage, ob auch die sonographische Abgrenzbarkeit ein geeignetes Kriterium zur Erfassung der morphologischen Veränderungen eines Muskels bei Immobilisation oder Sehnenruptur ist, bejaht werden.

4.3.3 Validität von Echogenität und Abgrenzbarkeit

Die Validität der sonographischen Echogenität und Abgrenzbarkeit wurde untersucht, indem die erhobenen Befunde der ersten und zweiten postoperativen Untersuchung miteinander verglichen wurden. Da nur eine Woche zwischen diesen beiden Terminen lag, wurde gemutmaßt, dass sich sonographisch keine Änderung ergeben würde.

Bei der Beurteilung der Echogenität erhielt man in 83,3 % der Fälle den gleichen Befund, wobei der M. ISP deutlich bessere Ergebnisse erzielte als der M. SSP (91,7 % gegenüber 75,0 %). Die Abgrenzbarkeit war in 88,9 % bei beiden Untersuchungen identisch. Auch hier zeigte der M. ISP die besseren Werte (91,7 % zu 86,1 %).

Die Tatsache, dass die sonographische Abgrenzbarkeit höhere Übereinstimmungen zeigt, überrascht nicht. Schließlich gab es nur zwei mögliche Aussagen, entweder 'gut abgrenzbar' oder 'vermindert abgrenzbar', während die Echogenität vier verschiedene Möglichkeiten der Befundung erlaubte. Es liegt nahe, dass die Einteilung in vier Gruppen eher Schwierigkeiten bereitet als die Einteilung in zwei Gruppen. Dementsprechend zeigte die Zusammenfassung der vier in die zwei wesentlichen Untergruppen eine höhere Übereinstimmung von 87,5 % und somit praktisch den gleichen Wert wie bei der sonographischen Abgrenzbarkeit.

Des Weiteren ist erklärbar, warum die Beurteilung von Echogenität und Abgrenzbarkeit beim M. SSP jeweils weniger Übereinstimmungen erbrachte als beim M. ISP: Bei allen Patienten war seine Sehne gerissen, während die des M. ISP nur bei sieben Patienten verletzt war. Daher lagen beim M. SSP häufiger morphologische Veränderungen vor und bereiteten verständlicherweise bei der Einteilung größere Schwierigkeiten als beim M. ISP.

Da aber mit 83,3 % respektive 87,5 % bei der Echogenität und 88,9 % bei der Abgrenzbarkeit in beiden Fällen Werte von fast 90 % erreicht wurden, kann die Methode der sonographischen Bestimmung der Echogenität und Abgrenzbarkeit des M. SSP und M. ISP als ausreichend valide angesehen werden.

4.3.4 Dickenmessung

Moriggl et al. (1993) berichteten erstmals von der an einer größeren Probandenzahl vorgenommenen sonographischen Dickenmessung des M. SSP und M. ISP. An 60 Freiwilligen mit einem Altersdurchschnitt von 22 Jahren bestimmten sie jeweils in Ruhe und bei Kontraktion die subjektiv größte Muskeldicke, wobei die Muskeln senkrecht zum Verlauf ihrer Fasern vermessen wurden. Sie erhielten als Mittelwert der Dicke des M. SSP in Ruhe ca. 22,3 mm bei Männern und 18,5 mm bei Frauen. Der M. ISP wurde mit 21,5 mm bzw. 18,0 mm vermessen. Bei der Kontraktion ergaben sich deutlich höhere Werte. Im Gegensatz zu diesen signifikanten Unterschieden zwischen den Geschlechtern fanden sie zwischen dominanter und nicht dominanter Extremität keine markanten Seitendifferenzen. Aus Letzterem folgerten sie, dass schon geringe Rechts-Links-Unterschiede zwischen beiden Muskeln als zusätzliches diagnostisches Kriterium bei sonst unauffälligem Befund, aber persistierenden Schmerzen herangezogen werden können, da bei länger bestehenden Schulterproblemen mit einer Inaktivitätsatrophie gerechnet werden müsse.

Im Rahmen einer Studie über fokale Neuropathien ermittelte die Arbeitsgruppe um Schwennicke et al. (1998) sonographisch die Muskeldicken der Mm. SSP und ISP im Querschnitt an beiden Schultern 36 gesunder Probanden (13 weiblich, 23 männlich) mit einem Durchschnittsalter von 34 Jahren. Dabei zeigten Mm. SSP und ISP Mittelwerte von 25 mm und 24 mm, wobei aber keine Differenzierung nach dem Geschlecht erfolgte. Aufgrund der geringen mittleren Seitendifferenzen von jeweils etwa 6 % und der mangelnden Seitenunterschiede bei der Echogenität, könne die nicht-betroffene Extremität den Autoren zufolge als Referenzgröße bei der Diagnose einseitiger

neuromuskulärer Erkrankungen dienen.

In einigen Punkten unterschied sich die vorliegende Studie von den genannten. Es wurden keine Probanden, sondern Patienten untersucht, deren Altersdurchschnitt lag mit 54 Jahren deutlich höher, und die Darstellung der beiden Muskeln im Ultraschall erfolgte im Längsschnitt, nicht im Querschnitt.

Trotzdem ergaben sich ähnliche Ergebnisse. Die Sonographie der gesunden Seite, deren Werte ja mit denen von Probanden in etwa vergleichbar sind, zeigte eine mittlere Dicke des M. SSP von 21,4 mm bei Männern und von 16,5 mm bei Frauen sowie von 19,8 mm und 17,1 mm beim M. ISP. Beide Male hatten die männlichen Patienten signifikant höhere Muskeldicken. Somit sind die in dieser Studie gefundenen Werte um bis zu 10 % niedriger als die der Arbeitsgruppe von Moriggl. Sie liegen aber im Bereich derer von Müller et al. (1998), was mit der identischen Methodik erklärt werden kann. Diese Arbeitsgruppe hatte für alle Patienten ein gemeinsames Mittel von 19,8 mm (M. SSP) bzw. 16,5 mm (M. ISP) errechnet, ebenfalls mit signifikant höheren Dicken bei den Männern. Auch auf der kranken Seite ergaben sich in allen drei Untersuchungen des verletzten M. SSP und beim gesunden M. ISP zumindest postoperativ signifikant höhere Muskeldicken der Männer.

Ein Vergleich zwischen gesunder dominanter und gesunder nicht-dominanter Extremität war aufgrund der Untersuchung von Patienten aus ersichtlichen Gründen nicht möglich.

Der Vergleich von gesunder und kranker Extremität vor der Operation erbrachte bei den Männern beim M. SSP einen hoch signifikanten Unterschied (21,4 mm zu 18,6 mm). Beim gesunden M. ISP (19,8 mm zu 18,6 mm) und beim kranken M. ISP (18,5 mm zu 15,7 mm) lagen ebenfalls signifikante Differenzen vor. Bei den Frauen bestanden diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede. Ein möglicher Grund dafür könnte die deutlich geringere Anzahl von Patientinnen sein, welche für eine Aussage von statistischer Signifikanz nicht ausreichte.

Beim M. SSP der kranken Seite ergaben sich zwischen der präoperativen und den beiden postoperativen Vermessungen weder bei den Männern noch bei den Frauen wesentliche Veränderungen. Anders verhielt es sich bei den 41 Mm. ISP mit gesunder Sehne auf der kranken Seite. Sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Patienten kam es nach den sechs Wochen der Ruhigstellung zu einer hoch signifikanten Abnahme der Muskeldicke. Bei den Frauen setzte sich dieser Trend auch noch bis zur zweiten postoperativen Untersuchung fort.

Dagegen zeigten sich im Verlauf der drei Untersuchungen der sieben Mm. ISP mit rupturierter Sehne der verletzten Seite keine Veränderungen mehr.

Aus dem Gesagten lässt sich schließen, dass es trotz der 6-wöchigen Ruhigstellung beim defekten M. SSP der Männer zu keiner weiteren Inaktivitätsatrophie mehr kam, da sich die Werte zwischen prä- und postoperativer Untersuchung so gut wie gar nicht unterschieden (18,6 mm zu 18,5 mm). Wahrscheinlich liegt der Grund darin, dass diese 1,5 Monate im Vergleich zu den durchschnittlich 21,7 Monaten, seit denen bereits Beschwerden existierten (und daher wohl schon eine Ruptur vor-

lag), vernachlässigbar kurz sind. Dass es schon in diesen fast zwei Jahren zu einer Atrophie gekommen sein könnte, zeigt der obige Vergleich zwischen gesunder und kranker Seite (21,4 mm zu 18,6 mm) in Verbindung mit der Aussage von Moriggl et al., dass keine Differenzen zwischen dominanter und nicht-dominanter Extremität bestehen. Des Weiteren reichte die einwöchige Krankengymnastik nicht aus, um wieder zu einer Zunahme der Muskeldicke zu führen (18,5 mm auf 18,6 mm). Entsprechendes galt für die untersuchten Patientinnen.

Weiterhin lassen die Werte vermuten, dass der nicht-geschädigte M. ISP durch die postoperative Ruhigstellung in der Abduktionsschiene Schaden nahm (von 18,6 mm auf 16,3 mm bei Männern, von 16,8 auf 14,7 bei den Frauen), da bei ihm bisher keine Inaktivitätsatrophie vorgelegen hatte. Annähernd gleiche präoperative Dicken der Mm. ISP beider Schultern würden dies bestätigen. Allerdings fand sich dieser Beweis nur bei den Frauen (17,1 mm zu 16,8 mm), während sich die Werte der Männer zwar kaum (19,8 mm zu 18,6 mm), aber dennoch signifikant unterschieden.

Die über den M. SSP gemachte Aussage, dass ein Muskel, dessen Sehne schon gerissen war, schon atroph ist und durch die Ruhigstellung nicht noch weiter abbaut, lässt sich auch durch die erhaltenen Messwerte des defekten M. ISP hervorragend belegen. Auch hier bestand präoperativ ein signifikanter Unterschied zwischen den Mm. ISP der beiden Extremitäten (18,5 mm zu 15,7 mm) und auch hier kam es anschließend zu keiner signifikanten Veränderung mehr (15,7 mm über 15,4 mm auf 14,8 mm).

Die Messungen der vorliegenden Studie bestätigen somit die Ergebnisse von Moriggl et al. Und Müller et al., dass bei den Männern jeweils signifikant höhere Dicken der gesunden Mm. SSP und Mm. ISP vorliegen. Des Weiteren ermöglichen die Zahlen die Ausweitung dieser Aussage auf den M. SSP, dessen Sehne gerissen ist, und den gesunden M. ISP der verletzten Seite sowie auf den Zeitpunkt vor und nach der Operation. In allen diesen Fällen bestehen signifikante Geschlechtsunterschiede.

Weiterhin wird die These bekräftigt, dass schon geringe Unterschiede zwischen den Muskeldicken der Extremitäten wertvolle diagnostische Hinweise auf einen stattfindenden pathologischen Schulterprozess liefern können. Eine Einschränkung erfährt diese Aussage jedoch durch die großen interindividuellen Schwankungen der Muskeldicken.

Außerdem ist ersichtlich, dass die postoperative Ruhigstellung nur dann zur Atrophie eines Muskels führt, wenn dessen Sehne an der Ruptur nicht beteiligt ist. Beispielsweise schadet die direkte Phase nach der Operation dem M. ISP nur dann, wenn eine alleinige Ruptur des M. SSP vorliegt. Anderenfalls führt die Ruhigstellung zu keiner weiteren postoperativen Inaktivitätsatrophie des Muskels, da diese schon bis zum Zeitpunkt der Operation eingetreten ist, sofern, wie hier, zwischen dem Beginn der Schulterbeschwerden und dem Operationszeitpunkt ein Zeitraum von mehreren Wochen bis Monaten liegt.

Möglicherweise ist die postoperative Atrophie eines gesunden M. ISP in einem Teil der Fälle aber auch auf eine andere Ursache zurückzuführen. Munzinger et al. (1981) berichteten von einer er-

heblichen Gefahr der Schädigung des N. suprascapularis bei totaler Mobilisierung des M. supraspinatus. Warner et al. (1992) zeigten in einer anatomischen Studie, dass die neurovaskulären Strukturen im Bereich des M. SSP oft weniger Mobilisierung erlauben, als zur Deckung von massiven Rupturen notwendig ist. Somit ist es denkbar, dass auch in einigen der vorliegenden Fälle die Mobilisierung des M. SSP zu einer Schädigung des N. suprascapularis geführt hat. Bekanntermaßen würde eine solche Schädigung dann die Atrophie des Muskels bedingen.

4.3.5 Muskelkinetik

Müller et al. (1998) berichteten von einer neuen sonographischen Methode, mittels derer eine dynamische Untersuchung und Beurteilung der Supra- und Infraspinatusmuskeln möglich wurde. Sie korrelierten ihre Einteilung der Kontraktionstypen mit der Schulterfunktion, welche mittels Constant-Score bestimmt wurde, und stellten fest, dass Schultern ohne funktionelles Defizit eine Typ-I-Muskelkinetik zeigen, während man bei Patienten mit funktionellen Problemen nach der Operation der Rotatorenmanschette eher einen Typ II oder III findet. Sie folgerten, dass dies eine einfache und kostengünstige Technik sei, welche einen erheblichen Informationsgewinn biete.

In der vorliegenden Untersuchung wurden 48 Patienten mit Rotatorenmanschettenrupturen nach dieser Methode untersucht. Präoperativ wurden dabei beide Schultern sonographiert, bei den beiden postoperativen Erhebungen nur die verletzte Schulter.

Beim M. SSP ergaben sich auf der gesunden Seite präoperativ hoch signifikant bessere Kontraktionstypen als auf der kranken Seite. Die Differenzierung der vermeintlich gesunden Seite hinsichtlich sonographischer Intaktheit bzw. Ruptur der Sehne des M. SSP zeigte ebenfalls einen signifikanten Unterschied. Der Verlauf der drei Untersuchungen der betroffenen Seite zeigte nach der Operation eine hoch signifikante Verschlechterung der Muskelkinetik gegenüber dem präoperativen Zustand. Der M. ISP der verletzten Seite mit rupturierter Sehne zeigte weder im präoperativen Vergleich der beiden Arme noch im postoperativen Verlauf signifikante Unterschiede. Beim gesunden M. ISP der verletzten Seite bestand ebenfalls präoperativ kein Unterschied zum M. ISP der anderen Schulter, bis zur ersten postoperativen Untersuchung kam es dann aber zu einer signifikanten Verschlechterung der Kinetik.

Ähnlich wie bei der sonographischen Dickenmessung legen diese Zahlen die Vermutung nahe, dass der im Verhältnis zu den sechs Wochen der postoperativen Ruhigstellung sehr große Zeitraum von fast 22 Monaten zwischen Beginn der Beschwerden und Operationszeitpunkt eine wichtige Rolle spielt. In dieser Zeit könnte es bei den Muskeln, deren Sehne gerissen war, zu strukturellen Veränderungen gekommen sein, welche aufgrund der mangels intakter Sehne nicht mehr vorhandenen Kraftübertragung auf den passiven Bewegungsapparat zu einem 'Verlernen' der normalen physiologischen Kontraktion geführt haben könnten. Damit wäre erklärbar, weswegen schon präoperativ signifikante Unterschiede beim M. SSP zwischen den Mittelwerten der Kinetik beider Seiten bestanden (1,30 zu 2,15). Eine weitere Bestätigung dieser These erhält man,

wenn man auf der vermeintlich gesunden Seite eine Unterscheidung trifft zwischen den 33 Patienten, deren Sehnen nach sonographischen Kriterien auch tatsächlich gesund waren und den 13, die sonographisch eine Ruptur zeigten. Die erhaltenen Mittelwerte von 1,12 und 1,77 bestätigen den signifikanten Unterschied der Kinetik zwischen Muskeln mit gesunden und jenen mit rupturierten Sehnen. Nach diesem Konzept müsste somit die Kinetik der Mm. SSP beider Seiten, deren Sehnen gerissen waren, ähnliche Werte ergeben und tatsächlich ist zwischen den Mittelwerten von 1,77 und 2,15 mithilfe der Teststatistik kein signifikanter Unterschied feststellbar.

Beim M. ISP mit rupturierter Sehne lagen deutliche Unterschiede in den Mittelwerten vor (1,17 zu 2,00), für eine Aussage von statistischer Signifikanz war die geringe Fallzahl von sieben Patienten aber nicht ausreichend. Hingegen waren die Unterschiede zwischen den Mittelwerten bei intaktem M. ISP marginal (1,08 zu 1,17), da bei ihnen die beschriebene Inaktivitätsatrophie nicht vorlag. Zu dieser kam es aber trotz intakter Infraspinatussehne dann, als die Schulter nach der Operation der Supraspinatussehnenruptur eineinhalb Monate lang ruhig gestellt wurde, wie das signifikante Hochschnellen des Mittelwertes von 1,17 auf 1,66 zeigte.

Zu dieser Theorie passt auch das Faktum, dass es beim M. ISP mit rupturierter Sehne in den sechs Wochen nach der Operation zu keiner bedeutenden Verschlechterung der Werte mehr kam, da diese zum großen Teil bereits zuvor eingetreten war.

Nicht ganz in dieses Konzept fügt sich einzig das weitere postoperative Ansteigen der Mittelwerte des M. SSP, das aufgrund des vorherigen langen Zeitraumes, in dem sich die Muskelkinetik schon verschlechtert hatte, eher überrascht. Möglicherweise fügten jedoch die operativen Manipulationen und die postoperative Stilllegung dem Muskel anfänglich zusätzlich zum durch die Ruptur der Sehne eingetreten Schaden noch weiteren zu. Dieser Trend wurde aber bereits mit dem Beginn der aktiven Physiotherapie gestoppt. Außerdem ist ein Teil des Anstiegs sicherlich auf die in knapp 20 % der Fälle aufgetretenen Rerupturen zurückzuführen, die eine deutlich schlechtere Muskelkinetik boten (M: 3,00) als die nicht rerupturierten (M: 2,48).

Eine spätere Nachuntersuchung wird daher die interessante Frage klären müssen, ob die Muskelkinetik langfristig zu ihrem Ausgangswert zurückkehren oder sogar den der gesunden Gegenseite erreichen wird.

4.3.6 Muskelkinetik in Abhängigkeit vom präoperativen Typ

In der vorliegenden Studie interessierte nicht nur der Verlauf der Durchschnittswerte aller beobachteten Kontraktionstypen, sondern insbesondere auch der Verlauf der Werte der Untergruppen, eingeteilt nach dem präoperativ vorliegenden Wert. Dabei wurde nur der M. SSP der defekten Seite betrachtet, da eine Einteilung der sieben M. ISP mit defekten Sehnen in drei Untergruppen zu viel zu geringen Fallzahlen geführt hätte.

Es ergab sich die Vermutung, dass Patienten mit einem präoperativen Typ I auch in beiden postoperativen Untersuchungen die geringsten Mittelwerte der Muskelkinetik hatten, während solche mit einem Typ III die schlechtesten Werte hatten und die mit einem Typ II dazwischen lagen. Der

Signifikanztest, der verwendet wurde, bestätigte die Aussage, dass ein besserer präoperativer Typ sich postoperativ besser entwickle. Allerdings waren keine signifikanten Differenzen zwischen den Mittelwerten an sich feststellbar.

Somit lässt sich die getroffene Annahme nur ansatzweise belegen. Andererseits war ein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der Kontraktionstypen und damit ein klarer Beweis nach einem so geringen Zeitraum wie sieben Wochen auch nicht zu erwarten gewesen.

Auch hier muss auf eine spätere Nachuntersuchung des gleichen Patientenkollektivs verwiesen werden, die aufschlussreichere Ergebnisse liefern soll.

4.4 Diskussion der Korrelationen

Zum Abschluss der Datenauswertung wurde überprüft, ob eine Beziehung zwischen den wichtigsten in dieser Studie erhaltenen klinischen und sonographischen Befunden und der intraoperativen Defektgröße sowie der Funktionalität der Schulter nach sieben Wochen besteht und ob sich die sonographische Muskeluntersuchung zur postoperativen objektiven Befundkontrolle eignet.

Dazu wurden Korrelationen zwischen einerseits klinischer Schulterblattbewegung, sonographischer Muskelkinetik, Echogenität sowie Abgrenzbarkeit und andererseits Defektgröße nach Bateman und Constant-Score aufgestellt. Außerdem wurde die sonographische Muskelkinetik mit der klinischen Schulterblattbewegung in Beziehung gesetzt.

Die Ergebnisse zeigten, dass weder von der Schulterblattbewegung bei der Armbewegung in Flexionsrichtung noch bei der in Abduktionsrichtung auf den Constant-Score sieben Wochen nach der Operation geschlossen werden kann. Hingegen gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Schulterblattbewegung bei Flexion und der Defektgröße, in dem Sinne, dass bei den Typen 0 und 1 tendenziell kleinere Defekte vorlagen als bei den Typen 2 und 3. Hier scheiterte allerdings der Zusammenhang mit der Abduktionsbewegung.

Die anderen vorgenommenen Korrelationen ergaben signifikante Zusammenhänge. So kommen bei Patienten mit den 'schlechteren' Typen 2 und 3 der klinischen Schulterblattbewegung auch überproportional häufig die 'schlechteren' Typen der sonographischen Muskelkinetik vor.

Weiterhin haben Patienten mit einer präoperativen Muskelkinetik des Typs I oder II des M. SSP nach sieben Wochen signifikant bessere Constant-Scores als jene mit einem Typ III. Ebenso sind bei ihnen die Defekte in der Einteilung nach Bateman signifikant kleiner.

Patienten mit einer normalen präoperativen sonographischen Echogenität des M. SSP besitzen nach sieben Wochen auch signifikant bessere Constant-Scores sowie signifikant kleinere Defekte als solche mit einer veränderten Echogenität.

Das gleiche gilt für eine gute sonographische Abgrenzbarkeit gegenüber einer verminderten.

Außerdem zeigen Patienten mit einem besseren Typ der Muskelkinetik, einer normalen sonographischen Echogenität und einer guten sonographischen Abgrenzbarkeit postoperativ signifikant höhere Constant-Scores und eignen sich somit hervorragend zur objektiven Befundkontrolle.

Zusammenfassend lässt sich die These von Müller et al. (1998) demnach bestätigen, dass die Technik der dynamischen Untersuchung der Rotatorenmanschettenmuskeln mittels Ultraschall dazu geeignet ist, prognostische Aussagen über die postoperative Funktionalität der Schulter zu treffen. Die Methode hilft bei der Abschätzung der tatsächlich vorliegenden Defektgröße und eignet sich zur objektiven Befundkontrolle während der Rehabilitationsphase.

Hingegen ist der Nutzen der vorgenommenen klinischen Bewertung der Schulterblattbewegung begrenzt.

4.5 Kritische Anmerkungen und Ausblick

Kritisch gegenüber der vorliegenden Studie bleibt anzumerken, dass das Studiendesign, welches zwei Nachuntersuchungen mit einem Abstand von einer Woche vorsah, manchmal dadurch aufge- weicht wurde, dass die Patienten bereits drei oder vier Tage nach der restationären Aufnahme wieder entlassen wurden. Die dritte Untersuchung war dann nicht mehr möglich, was zu Datenlücken führte.

Dasselbe Patientengut nach einem längeren Zeitraum mit derselben Methodik nachzuuntersuchen, ist Aufgabe einer weiteren Studie, die bereits im Gange ist. Ihre Ergebnisse werden den weiteren Verlauf der Rehabilitation aufzeigen und somit zu weitreichenderen Schlussfolgerungen führen.

5 Zusammenfassung

48 Patienten mit Rotatorenmanschettenrupturen (39-mal SSP, 3-mal SSP+ISP, 2-mal SSP+SSC, 4-mal SSP+ISP+SSC) wurden präoperativ sowie postoperativ nach sechs und sieben Wochen klinisch und sonographisch untersucht. Die klinische Untersuchung umfasste die Bestimmung des Constant-Scores sowie die Bewertung der dynamischen Schulterblattbewegung. Die sonographische Untersuchung erfolgte nach der von Müller et al. (1998) beschriebenen Methode, die eine standardisierte Dickenmessung der Mm. SSP und ISP, die Beurteilung ihrer Echogenitäten und Abgrenzbarkeiten sowie die Bewertung ihrer Kinetik bei definierten Bewegungen der Arme beinhaltete.

Präoperativ lagen bei 40 Patienten pathologische Schulterblattbewegungsmuster vor. Mit Beginn der aktiven Rehabilitation kam es bei der Armbewegung in Abduktionsrichtung zu einer im Mittel signifikanten Besserung.

Die Echogenität von M. SSP und M. ISP war bei intakter Sehne normal, bei Defekten präoperativ oft verändert und zeigte postoperativ eine weitere Verschlechterung.

Der M. SSP war bei den Männern prä-, postoperativ und unabhängig davon, ob seine Sehne gerissen war, signifikant dicker als bei den Frauen. Für den M. ISP galt dies nur bei intakter Sehne. Die postoperative Ruhigstellung führte zu einer signifikanten Atrophie des M. ISP mit intakter Sehne. Die Mm. SSP und ISP mit Sehnenruptur waren schon präoperativ signifikant schmaler als die der gesunden Gegenseite und veränderten sich im postoperativen Verlauf nicht mehr.

Die postoperative Ruhigstellung führte zu einer signifikanten Verschlechterung der ursprünglich normalen Muskelkinetik des M. ISP ohne Sehnenruptur. Bei den Mm. SSP und ISP mit Sehnenruptur war die Kinetik schon präoperativ signifikant schlechter als auf der Gegenseite und verschlechterte sich im postoperativen Verlauf noch weiter. Muskeln mit postoperativ rerupturierten Sehnen zeigten eine schlechtere Muskelkinetik als jene mit erfolgreich operierten Sehnen.

Sowohl prä- als auch postoperativ korrelierten Echogenität, Abgrenzbarkeit und Muskelkinetik sehr gut mit der Defektgröße und dem postoperativen Constant-Score. Hingegen war die Korrelation der dynamischen Schulterblattbewegung mit Defektgröße und Constant-Score nur sehr schwach.

Die verwendete Methode der Bestimmung der dynamischen Schulterblattbewegung ist zur Verlaufsbeobachtung einer operierten Rotatorenmanschette, zur Prognose über die tatsächliche Defektgröße und das funktionelle Ergebnis nach sieben Wochen nur begrenzt geeignet.

Die sonographische Methode hingegen eignet sich als zusätzliches diagnostisches Kriterium bei Defekten der Rotatorenmanschette, hilft bei der Abschätzung der Defektgröße, ermöglicht eine prognostische Aussage über die postoperativ zu erwartende Funktion und bietet die Möglichkeit der objektiven Befundkontrolle während der Rehabilitation.

6 Literaturverzeichnis

1. Appell, HJ (1990)
Muscular atrophy following immobilisation
Sports Med 10(1): 42-58
2. Bankes, MJK, Crossman, JE, Emery, RJH (1998)
A standard method of shoulder strength measurement for the Constant score with
a spring balance
J Shoulder Elbow Surg 7(2): 116-121
3. Bayne, O, Bateman, JE (1984)
Long term results of surgical repair of full thickness rotator cuff tears, 167-171
In: Bateman, JE, Welsh, RP (Hrsg.): Surgery of the shoulder
Mosby, St. Louis, Philadelphia
4. Bigliani, LU, Morrison, DS, April, EW (1986)
The morphology of the acromion and rotator cuff impingement
Orthop Trans 10: 228
5. Björkenheim, JM (1989)
Structure and function of the rabbit's supraspinatus muscle after resection of its tendon
Acta Orthop Scand 60(4): 461-463
6. Böhm, D (1995)
Entwicklung und Stellenwert der Sonographie am Bewegungsapparat – Eine
retrospektive Studie unter besonderer Berücksichtigung der Schultersonographie
Med. Dissertation, Universität Würzburg
7. Bortz, J, Lienert, GA (1998)
Kurzgefaßte Statistik für die klinische Forschung
Springer, Berlin Heidelberg New York
8. Brems, J (1988)
Rotator cuff tear: evaluation and treatment
Orthopedics 11(1): 69-81
9. Bretzke, CA, Crass, JR, Craig, EV, Feinberg, SB (1985)
Ultrasonography of the rotator cuff
Invest Radiol 20(3): 311-315
10. Cammerer, U, Habermeyer, P, Plenk, A, Huber, R (1992)
Die sonographische Beurteilung rekonstruierter Rotatorenmanschetten
Unfallchirurg 95(12): 608-612

11. Constant, CR, Murley, AHG (1987)
A clinical method of functional assessment of the shoulder
Clin Orthop 214: 160-164
12. Constant, CR (1991)
Schulterfunktionsbeurteilung
Orthopäde 20(5): 289-294
13. Ellman, H (1990)
Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears
Clin Orthop 254: 64-74
14. Farin, P, Danner, R, Jaroma, H (1990)
Sonographie der Rotatorenmanschettenruptur
Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr 153(6): 711-715
15. Fuchs, B, Weishaupt, D, Zanetti, M, Hodler, J, Gerber, C (1999)
Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: Assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging
J Shoulder Elbow Surg 8(6): 599-605
16. Fukuda, H, Hamada, K, Yamanaka, K (1990)
Pathology and pathogenesis of bursal-side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections
Clin Orthop 254: 75-80
17. Gartsman, GM, Khan, M, Hammerman, SM (1998)
Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff
J Bone Joint Surg Am 80(6): 832-840
18. Gazielly, DF, Gleyze, P, Montagnon, C (1994)
Functional and anatomical results after rotator cuff repair
Clin Orthop 304: 43-53
19. Gerber, C (1992)
Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff
Clin Orthop 275: 152-160
20. Gerber, C, Arneberg, O (1993)
Measurement of abductor strength using an electronical device (Isobex)
J Shoulder Elbow Surg 2(1): S6
21. Gohlke, F, Barthel, T, Gandorfer, A (1993)
The influence of variations of the coracoacromial arch on the development of rotator cuff tears
Arch Orthop Trauma Surg 113: 28-32

22. Gohlke, F, Müller, Th (1996)
Stellenwert der Sonographie, 51-60
In: Eulert, J, Hedtmann, A (Hrsg.): Das Impingement-Syndrom der Schulter
Georg Thieme, Stuttgart New York
23. Goutallier, D, Postel, J-M, Bernageau, J, Lavau, L, Voisin, M-C (1994)
Fatty muscle degeneration in cuff ruptures
Clin Orthop 304: 78-83
24. Hedtmann, A, Fett, H (1995)
Schultersonographie bei Subakromialsyndromen mit Erkrankungen und Verletzungen der Rotatorenmanschette
Orthopäde 24(6): 498-508
25. Helweg, G, Moriggl, B, Sperner, G, Golser, K, Frauscher, F, Sögner, P, Frede, T, zur Nedden, D (1996)
Sonographie der Schulter
Radiologe 36(12): 971-980
26. Jerosch, J (1990)
Die Abhängigkeit des Supraspinatussyndroms von der Geometrie des Schulterdachs, 16-18
In: Hedtmann, A (Hrsg.) : Degenerative Schultererkrankungen
Enke, Stuttgart
27. Jerosch, J (1996)
Übersicht über die bildgebenden Verfahren, 42-50
In: Eulert, J, Hedtmann, A: Das Impingement-Syndrom der Schulter
Georg Thieme, Stuttgart New York
28. Józsa, L, Kannus, P, Thöring, J, Reffy, A, Järvinen, M, Kvist, M (1990)
The effect of tenotomy and immobilisation on intramuscular connective tissue
J Bone Joint Surg Br 72(2) : 293-297
29. Küllmer, K, Sievers, KW, Reimers, CD, Rompe, JD, Müller-Felber, W, Nägele, M, Harland, U (1998)
Changes of sonographic, magnetic resonance tomographic, electromyographic, and histopathologic findings within a 2-month period of examinations after experimental muscle denervation
Arch Orthop Trauma Surg 117: 228-234
30. Löhr, JF, Uhthoff, HK (1990)
The microvascular pattern of the supraspinatus tendon
Clin Orthop 254: 35-38

31. Macnab, I (1981)
Die pathologische Grundlage der sogenannten Rotatorenmanschetten-Tendinitis
Orthopäde 10(3): 191-195
32. Mah, JY, Otsuka, NY (1992)
Scapular winging in young athletes
J Pediatr Orthop 12(2): 245-247
33. Makin, GJV, Brown, WF, Ebers, GC (1986)
C7 radiculopathy: importance of scapular winging in clinical diagnosis
J Neurol Neurosurg Psychiatry 49(6): 640-644
34. Melzer, Ch, Krödel, A (1988)
Sonographische Beurteilung der Rotatorenmanschette nach Rekonstruktion kompletter Rupturen
Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed 149(4): 408-413
35. Moriggl, B, Steinlechner, M, Genser, N (1993)
Sonographische Normalwertbestimmung der Mm. Supra- et infraspinatus
Ultraschall Med 14(2): 52-57
36. Müller, Th, Gohlke, F, Kenn, W (1996)
Stellenwert der Magnetresonanztomographie, 61-68
In: Eulert, J, Hedtmann, A: Das Impingement-Syndrom der Schulter
Georg Thieme, Stuttgart New York
37. Müller, Th, Gohlke, F, Böhm, D, Werner, A, Eulert, J (1998)
Ultrasonography of the supraspinatus muscle
J Shoulder Elbow Surg 7(2): S187
38. Munzinger, U, Gschwend, N, Scherer, M, Meyer, RP (1981)
Unsere Erfahrungen mit der operativen Behandlung der Rotatorenmanschettenruptur
Orthopäde 10(3): 230-237
39. Neer II, CS (1972)
Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder
J Bone Joint Surg Am 54(1): 41-50
40. Neer II, CS, Craig, EV, Fukuda, H (1983)
Cuff-tear arthropathy
J Bone Joint Surg Am 65(9): 1232-1244
41. Neer II, CS (1983)
Impingement lesions
Clin Orthop 173: 70-77

42. Packer, GJ, McLatchie, GR, Bowden, W (1993)
Scapula winging in a sports injury clinic
Br J Sports Med 27(2): 90-91
43. Plafcan, DM, Turczany, PJ, Guenin, BA, Kegerreis, S, Worrell, TW (1997)
An objective measurement technique for posterior scapular displacement
J Orthop Sports Phys Ther 25(5): 336-341
44. Plafki, C (1994)
Klinische und sonographische Langzeitergebnisse nach operativer Therapie von Rupturen der Rotatorenmanschette der Schulter
Med. Dissertation, Universität Bochum
45. Rathbun, JB, Macnab, I (1970)
The microvascular pattern of the rotator cuff
J Bone Joint Surg Br 52(3) : 540-553
46. Reimers, CD, Gaulrapp, H (1998)
Muskel- und Gelenksonographie
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 60-64, 67-73
47. Rothman, RH, Parke, WW (1965)
The vascular anatomy of the rotator cuff
Clin Orthop 41: 176-186
48. Schwennicke, A, Bargfrede, M, Reimers, CD (1998)
Clinical, electromyographic, and ultrasonographic assessment of focal neuropathies
J Neuroimaging 8: 136-143
49. Sperner, G, Resch, H, Golser, K, Lener, M, Seykora, P (1993)
Die Wertigkeit der Sonographie bei Rupturen der Rotatorenmanschette
Unfallchirurg 96(3): 119-123
50. Tamai, K, Ogawa, K (1985)
Intratendinous tear of the supraspinatus tendon exhibiting winging of the scapula
Clin Orthop 194: 159-163
51. Vorwerk, D, Heising, B, Alzen, G, Günther, RW (1987)
Normalwertbestimmung zur Beurteilung von Meßwerten und Seitendifferenzen in der Ultraschalluntersuchung des Schultergelenks
Ultraschall Med 8(6): 250-254
52. Warner, JJP, Krushell, RJ, Masquelet, A, Gerber, C (1992)
Anatomy and relationship of the suprascapular nerve: anatomical constraints to mobilization of the supraspinatus and infraspinatus muscles in the management of massive rotator-cuff tears
J Bone Joint Surg Am 74(1): 36-45

-
53. Warner, JJP, Micheli, LJ, Arslanian, LE, Kennedy, J, Kennedy, R (1992)
Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability
and impingement syndrome
Clin Orthop 285: 191-199

7 Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
B/s	Bilder pro Sekunde
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
dB	Dezibel
dynam.	dynamisch
d. h.	das heißt
EMG	Elektromyographie
et al.	et alii
ggf.	gegebenenfalls
her. / herabg.	herabgesetzt
Hrsg.	Herausgeber
inh. / inhom.	inhomogen
ipsilat.	ipsilateral
kontralat.	kontralateral
Lig.	Ligamentum
M	Mittelwert (Englisch: mean)
M. / Mm.	Musculus / Musculi
med.	medizinisch
MHz	Megahertz
mm	Millimeter
Mm.	Musculi
MRT	Magnetresonanztomographie
M. ISP / ISP	Musculus infraspinatus
M. SSC / SSC	Musculus subscapularis
M. SSP / SSP	Musculus supraspinatus
N / n	Anzahl (Englisch: number)
N.	Nervus
o.B.	ohne Besonderheiten
Pat.	Patienten

prä	präoperativ
R	Spannweite (Englisch: range)
SD	Standardabweichung (Englisch: standard deviation)
sonograph.	sonographisch
sog.	so genannt
stat.	statisch
Tab.	Tabelle
versch.	verschieden
z.B.	zum Beispiel

Untersuchungsbogen

Name:
Vorname:
Geburtsdatum:

Beruf:
Untersuchungsdatum:
Untersuchung-Nr.:

Anamnese:

	rechts	links	
verletzte Seite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beschwerdebeginn: _____/_____
Händigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	ja	nein	
Trauma:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	wenn ja, wann: _____/_____
			Arbeit: <input type="checkbox"/> Freizeit: <input type="checkbox"/>
			wobei:

wie: _____

	ja	nein
Krankengymnastik seit der OP:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
wie oft: _____x/Woche		

	ja	nein	beantragt
Berentung aufgrund der Verletzung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Berentung aufgrund anderer Diagnosen:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

momentane Schmerzen: |-----|
keine unerträgliche

Schmerzen:

keine	<input type="checkbox"/>
geringe	<input type="checkbox"/>
mäßige	<input type="checkbox"/>
starke	<input type="checkbox"/>

Einschränkungen im täglichen Leben:

<u>bei der Arbeit:</u>	keine	<input type="checkbox"/>	<u>in Sport und Freizeit:</u>	keine	<input type="checkbox"/>
	geringe	<input type="checkbox"/>		geringe	<input type="checkbox"/>
	deutliche	<input type="checkbox"/>		deutliche	<input type="checkbox"/>
	weitgehende	<input type="checkbox"/>		weitgehende	<input type="checkbox"/>
	vollständige	<input type="checkbox"/>		vollständige	<input type="checkbox"/>

im Schlaf: keine Unterbrechung Tätigkeiten möglich über Kopf
 gelegentliches Erwachen bis: Scheitelhöhe
 häufiges Erwachen Nackenhöhe
 Brusthöhe
 Taille

Klinik:

Inspektion:

	<u>rechts</u>		<u>links</u>		
	nein	ja	nein	ja	
Schonhaltung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Atrophie des M. deltoideus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Atrophie des M. supraspinatus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Atrophie des M. infraspinatus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
OP-Narbe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	wenn ja, reizlos <input type="checkbox"/> gerötet <input type="checkbox"/> nässend <input type="checkbox"/>

Palpation: Besonderheiten: _____

Bewegungsprüfung:

	<u>aktiv</u>		<u>passiv</u>	
	<u>rechts</u>	<u>links</u>	<u>rechts</u>	<u>links</u>
Flexion	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°
Abduktion	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°
Außenrotation (0° abd.)	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°
Innenrotation (0° abd.)	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°
Außenrotation (90° abd.)	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°
Innenrotation (90° abd.)	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°	_____°/_____°

		<u>rechts</u>	<u>links</u>
Handrücken bis	Interscapularregion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	D 12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Taille (L3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	LWS / Sacrum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Glutealregion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Trochanter major	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		<u>rechts</u>		<u>links</u>	
		ja	nein	ja	nein
Hand hinter dem Kopf	- Ellbogen vorne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Ellbogen seitlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hand auf dem Kopf	- Ellbogen vorne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Ellbogen seitlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
volle Elevation vom Kopf aus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Isometrische Tests:

		<u>rechts</u>		<u>links</u>	
		negativ	positiv	negativ	positiv
Null-Grad-Abduktionstest	(M. SSP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jobe-Test	(M. SSP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Musculus-infraspinatus-Test	(M. ISP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lift-Off-Test	(M. SSC)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
drop-arm-sign	(M. SSP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Provokationstests:

	<u>rechts</u>		<u>links</u>		
	negativ	positiv	negativ	positiv	
Neer-Test	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hawkins-Kennedy-Test	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
painful arc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	wenn positiv, von ___° bis ___°

sonstiges:Bewegungsablauf im Schulterblatt (0-3):

		<u>rechts</u>	<u>links</u>
Scapula alata / Asymmetrie:	Stand:	_____	_____
	Flexion:	_____	_____
	Abduktion:	_____	_____

Kraftmessung:

	<u>rechts</u>	<u>links</u>
in gehaltener Abduktion	_____kg	_____kg

Bemerkungen:

Sonographie:

<u>RM-Diagnose:</u>	<u>ipsilateral</u>		<u>kontralateral</u>	
	kein Defekt	<input type="checkbox"/>	kein Defekt	<input type="checkbox"/>
	Defekt: M. SSP	<input type="checkbox"/>	Defekt: M. SSP	<input type="checkbox"/>
	M. ISP	<input type="checkbox"/>	M. ISP	<input type="checkbox"/>
	M. SSC	<input type="checkbox"/>	M. SSC	<input type="checkbox"/>

<u>Echogenität:</u>	<u>ipsilateral</u>		<u>kontralateral</u>	
<u>M. SSP:</u>	o.B.	<input type="checkbox"/>	o.B.	<input type="checkbox"/>
	inhomogen	<input type="checkbox"/>	inhomogen	<input type="checkbox"/>
	herabgesetzt	<input type="checkbox"/>	herabgesetzt	<input type="checkbox"/>
	erhöht	<input type="checkbox"/>	erhöht	<input type="checkbox"/>
<u>M. ISP:</u>	o.B.	<input type="checkbox"/>	o.B.	<input type="checkbox"/>
	inhomogen	<input type="checkbox"/>	inhomogen	<input type="checkbox"/>
	herabgesetzt	<input type="checkbox"/>	herabgesetzt	<input type="checkbox"/>
	erhöht	<input type="checkbox"/>	erhöht	<input type="checkbox"/>

<u>Abgrenzbarkeit:</u>	<u>ipsilateral</u>		<u>kontralateral</u>	
<u>M. SSP:</u>	gut	<input type="checkbox"/>	gut	<input type="checkbox"/>
	vermindert	<input type="checkbox"/>	vermindert	<input type="checkbox"/>
<u>M. ISP:</u>	gut	<input type="checkbox"/>	gut	<input type="checkbox"/>
	vermindert	<input type="checkbox"/>	vermindert	<input type="checkbox"/>

<u>Dickenmessung:</u>	<u>ipsilateral</u>		<u>kontralateral</u>	
<u>M. SSP:</u>	_____ mm		_____ mm	
<u>M. ISP:</u>	_____ mm		_____ mm	

<u>Muskelkinetik:</u>	<u>ipsilateral</u>		<u>kontralateral</u>	
<u>M. SSP:</u>	Typ: _____		Typ: _____	
<u>M. ISP:</u>	Typ: _____		Typ: _____	

Bemerkungen:

Danksagung

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Frank Gohlke möchte ich für die Überlassung des Themas und die hilfreiche Unterstützung und Beratung bei der Erstellung dieser Arbeit danken.

Herrn Professor Dr. Jochen Eulert möchte ich für die Überlassung der Arbeitsmöglichkeiten im König-Ludwig-Haus und die Übernahme des Korreferates meinen herzlichen Dank aussprechen.

Herrn Dr. Thomas Müller möchte ich für die geduldige Betreuung danken.

Herrn Dr. Dirk Böhm möchte ich für die zahlreichen hilfreichen Anregungen danken.

Herrn Dipl.-Kfm. Bernd Lautenschlager vom Lehrstuhl für Statistik und empirische Wirtschaftsforschung der Universität Erlangen-Nürnberg möchte ich für die Überprüfung der Statistiken danken.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, meinem Bruder und insbesondere meiner Frau.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Holger-Burghart Töpfer
Geburtstag: 02.02.1975
Geburtsort: Temeschburg / Rumänien
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: verheiratet
Konfession: römisch-katholisch
Eltern: Friedrich Töpfer, Grundschullehrer i.R.
Waltraud Töpfer, geb. Junghans, EDV-Ausbilderin

Schulbildung

1981 - 1985 Grundschulen Ossietzkystraße und Zugspitzstraße in Nürnberg
1985 - 1994 Martin-Behaim-Gymnasium in Nürnberg
Juli 1994 Abitur (Note 1,3)

Wehrdienst

Aug 1994 - Nov 1995 Zivildienst als Pflegehelfer in der Klinik Dr. Erler in Nürnberg

Berufsausbildung

Okt 1995 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Universität
Regensburg
Sept 1997 Ärztliche Vorprüfung (Note 3,0)
Okt 1997 Fortsetzung des Studiums an der Julius-Maximilians-Universität in
Würzburg
Aug 1998 I. Staatsexamen (Note 2,0)
März 2001 II. Staatsexamen (Note 1,66)
Juni 2002 III. Staatsexamen (Note 1,0)

Famulaturen:

Okt 1997 Orthopädische Klinik Dr. Erler in Nürnberg
März 1998 Chirurgische Abteilung des Kreiskrankenhauses in Kitzingen
Oktober 1999 Augenarztpraxis Dr. Krause in Wendelstein
März / April 2000 Drei Krankenhäuser des Karmelitenordens in Kerala / Indien

Würzburg, Juni 2002