

**„Klinische und radiologische Langzeitergebnisse nach operativer
Rekonstruktion von isolierten Subscapularissehnen-Rupturen“**

Christopher Benedikt Völk

Vollständiger Abdruck der von der TUM School of Medicine and Health der Technischen
Universität München zur Erlangung eines

Doktors der Medizin (Dr. med.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr. Ernst J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Sebastian Siebenlist
2. apl. Prof. Dr. Klaus Wörtler

Die Dissertation wurde am 07.02.2024 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die TUM School of Medicine and Health am 07.05.2024 angenommen.

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	4
1 EINLEITUNG	6
1.1 ANATOMIE, FUNKTION UND BIOMECHANIK	7
1.2 ÄTIOLOGIE UND PATHOGENESE VON SUBSCAPULARISSEHNENRUPTUREN	12
1.3 DIAGNOSTIK	14
1.4 THERAPIE	16
1.5 NACHBEHANDLUNG	31
1.6 REGENERATIONSPOTENTIAL	32
2 STUDIENZIEL	34
3 MATERIAL UND METHODEN	35
3.1 PATIENTEN	35
3.2 ANALYSE DER KRANKHEITSGESCHICHTE	37
3.3 EVALUATION UND ANAMNESE	39
3.4 KLINISCHE UNTERSUCHUNG	40
3.4.1 Allgemeine Untersuchungstechnik der Schulter	41
3.4.2 Spezifische Untersuchung des Subscapularis Muskels	42
3.4.3 Erweiterte Untersuchungstechniken der Schulter	46
3.5 KLINISCHE SCORES	53
3.6 KRAFTMESSUNG	59
3.6.1 Kraftmessplatte	60
3.6.2 ISOBEX-Kraftmessung.....	63
3.7 RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK	65
3.7.1 Sichtung der präoperativen Röntgen- und MRT-Bildgebung.....	65
3.7.2 MR-tomographische Beurteilung des Subscapularismuskels	67
3.7.2.1 Radiologische Beurteilung der SSC-Integrität und -Atrophie	68
3.7.2.2 Kontrollgruppe für die SSC Flächen- und Durchmesserbestimmung.....	70
3.8 STATISTISCHE METHODEN	70
4 ERGEBNISSE	72
4.1 BESCHREIBUNG DES GESAMTKOLLEKTIVS	72
4.2 KLINISCHE ERGEBNISSE	73
4.2.1 Auswertung perioperativer Befunde	73
4.2.2 Ergebnisse der Nachuntersuchung zum Follow-Up Zeitpunkt	76

4.2.2.1	<i>Ergebnisse der Untersuchung des Bewegungsumfangs</i>	77
4.2.2.2	<i>Auswertung der SSC-spezifischen klinischen Tests</i>	79
4.2.2.3	<i>Erweiterte Untersuchung der Schulter</i>	81
4.3	KLINISCHE SCORES	82
4.4	AUSWERTUNG DER KRAFTMESSUNGEN	86
4.4.1	Ermittlung der SSC-spezifischen Kraftentwicklung mittels Kraftmessplatte....	86
4.4.2	Ermittlung der Innenrotationskraft im Schultergelenk mittels ISOBEX	87
4.5	RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE	88
4.5.1	Auswertung der präoperativen Röntgen- und MRT-Bildgebung.....	88
4.5.2	Ergebnisse der MR-tomographischen Bildgebung.....	89
4.5.2.1	<i>Sehnenintegrität und fettige Degeneration</i>	89
4.5.2.2	<i>Ermittlung der Muskelquerschnittsfläche</i>	91
4.5.2.3	<i>Bestimmung der Muskeldurchmesser</i>	92
4.5.3	Querschnittsfläche und Muskeldurchmesser einer Kontrollgruppe	94
5	DISKUSSION	97
6	SCHLUSSFOLGERUNG	111
7	LITERATURVERZEICHNIS	113
8	ANHANG	121
9	DANKSAGUNG	143

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A./Aa.	Arteria/Arteriae
Abb.	Abbildung
AC-Gelenk	Acromioclaviculargelenk
ADL	Activities of Daily Living
Art.	Articulatio
BMI	Body-Maß-Index
BP	Belly-Press
bspw.	beispielsweise
BWS	Brustwirbelsäule
CHL	Coracohumerales Ligament
CT	Computertomographie
ggfs.	gegebenenfalls
HAGL	Humeral avulsion of the glenohumeral Ligament
i.v.	intravenös
ISP	Musculus infraspinatus
KATD	Kaudaler transversaler Durchmesser
KMP	Kraftmessplatte
KRTD	Kranialer transversaler Durchmesser
LBS	Lange Bizepssehne
Lig./Ligg.	Ligamentum/Ligamenta
LO	Lift-Off
LWK/L	Lendenwirbelkörper
M./Mm.	Musculus/Musculi
m	männlich

MW	Mittelwert
MGHL	Mediales glenohumerales Ligament
Mo	Monate
MR(T)	Magnetresonanztomographie
N./Nn.	Nervus/Nervi
Nm	Newton-Meter
NSAR	Nicht steroidale Antirheumatika
OP	Operation
Proc./Procc.	Processus/Processi
RM	Rotatorenmanschette
ROM	range of motion
SWK/S	Sakraler Wirbelkörper
SC-Gelenk	Sternoclaviculargelenk
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
SGHL	Superiores glenohumerales Ligament
SLAP	Superiores Labrum Anterior-Posterior
sog.	sogenannte
SSC	Musculus subscapularis
SSP	Musculus supraspinatus
Tab.	Tabelle
Th	Thorakaler Wirbelkörper
vgl.	vergleiche
w	weiblich

1 EINLEITUNG

Rupturen der Rotatorenmanschette gehören zu den häufigsten Pathologien der Schulter. Die daraus resultierenden Beschwerden und Funktionseinschränkungen beeinträchtigen die Lebensqualität der Betroffenen maßgeblich.

Im Verlauf der letzten Jahre wurde dem Musculus subscapularis (SSC) in diesem Zusammenhang zunehmend Beachtung geschenkt. Dessen funktionelle und biomechanische Relevanz rückte mit der Einführung arthroskopischer Operationstechniken in den Fokus. Als größter und stärkster Muskel der Rotatorenmanschette [64] trägt der SSC durch seine anatomische Lage und Funktion entscheidend zur ventralen Stabilisierung des Schultergelenks bei [120]. Mit seinem Ansatz am Tuberculum minus und dem anterioren/ventralen Verlauf fungiert der M. Subscapularis als wichtiger Innenrotator im glenohumeralen Gelenk [49]. Läsionen führen folglich zu einem maßgeblichen Funktionsverlust der Schulter und bedürfen häufig einer operativen Rekonstruktion [92, 95, 96, 111, 120].

Im Vergleich zu den anderen Muskeln der Rotatorenmanschette stellen SSC-Sehnenrupturen jedoch eine eher seltene Entität dar (vgl. 1.2). Wenn, treten diese meist in Kombination mit Läsionen des SSP und/oder ISP auf [69]. Isolierte Subscapularisrupturen, 1991 von Gerber und Kushell [36] beschrieben, bilden somit einen sehr kleinen Anteil der RM-Verletzungen [28]. Womöglich ist dies der Grund, für nur wenige Veröffentlichungen in der existierenden Fachliteratur, die in geringen Fallzahlen die klinischen Ergebnisse nach Rekonstruktion isolierter SSC-Rupturen behandeln [6, 9, 45, 55, 69, 84, 108, 119]. Ein Großteil dieser Studien zeigt, dass eine offen-chirurgische Versorgung im Kurz-, Mittel- und Langzeit-Follow-Up gute klinische Ergebnisse liefert und somit eine erfolgsversprechende Therapie darstellt [7, 27, 28, 33, 36, 67].

Im Jahr 2002 veröffentlichten Burkhart und Tehrany erstmals eine Operationstechnik zur arthroskopischen Rekonstruktion der SSC-Sehne [16]. Die daraufhin durchgeführten Studien zeigen, dass die Ergebnisse dieser Methodik, im Bereich kurzer und mittlerer Follow-Up-

Zeiträume, vergleichbar sind mit jenen der offen-chirurgischen Technik [6, 9, 45, 55, 69, 76, 84, 119].

Jedoch existieren bis zum Zeitpunkt dieser Erhebung keine Langzeitstudien, die sowohl klinische und radiologische Resultate, als auch die quantitative Kraftentwicklung nach operativer Versorgung von isolierten SSC-Rupturen mittels Arthroskopie überprüfen und beschreiben.

1.1 Anatomie, Funktion und Biomechanik

Der knöcherne Schultergürtel wird durch drei paarweise angelegte ossäre Strukturen gebildet (Claviculae, Scapulae, Humerusköpfe). Diese interagieren über fünf artikuläre Verbindungen untereinander sowie mit dem angrenzenden Thorax. Die mediale Gelenkfläche der Clavicula bildet mit dem Sternum das Sternoclaviculargelenk. Lateral besteht eine artikuläre Beziehung des Schlüsselbeins zum Acromion der Scapula, bezeichnet als Acromioclavikulargelenk (AC-Gelenk). Dieses stellt zusammen mit den Processus coracoideus und deren ligamentärer Verbindung (Ligamentum coracoacromiale) das sogenannte „Schulterdach“ dar. Unterhalb befindet sich das Glenohumeralgelenk (Articulatio glenohumerale), welches als das eigentliche Schultergelenk bezeichnet wird. Der Raum zwischen Schulterdach und Rotatorenmanschette, auch Subacromialraum genannt, beinhaltet eine weitere artikuläre Verbindung im Sinne eines „Nebengelenks“ (s.u.). Zuletzt bildet die Verschiebeschicht zwischen Thorax und Scapula ein gelenkähnliches Gefüge und wird als „scapulothorakales Gelenk“ bezeichnet.

Das Glenohumeralgelenk, als prominentestes Gelenk des Schultergürtels, ermöglicht durch seine Anatomie als muskelgesichertes Kugelgelenk den größten Bewegungsumfang aller Gelenke des menschlichen Körpers. Insbesondere das Größenverhältnis zwischen der kleinen, flachen Gelenkpfanne (Cavitas glenoidalis) und dem großen Gelenkkopf (Caput humeri) ist hierbei entscheidend. Die Beweglichkeit der Schulter resultiert auch aus der relativ

schlaffen Gelenkkapsel [101], welche ein hohes Maß an Flexibilität zulässt. Eine Vergrößerung der Gelenkfläche bildet das knorpelige Labrum, das die Cavitas glenoidalis umgibt und den Humeruskopf vor Luxation schützt. Diese sog. „Pfannenlippe“ ist schließlich der Ansatz der gelenkumschließenden Kapsel. Die somit sehr geringe ossäre Führung ist die Grundvoraussetzung für die große physiologische Beweglichkeit der Schulter. Aufgrund seiner Flexibilität ist das Gelenk allerdings stark luxationsgefährdet und bedarf neben Labrum und Kapsel weiterer Schutzmechanismen und Stabilisatoren.

Die Ligg. glenohumeralia sichern als drei ventral gelegene kapsuläre Bandstrukturen das Schultergelenk in verschiedenen Abduktions- und Rotationspositionen. Durch ihre superiore, mittlere und inferiore Lage sowie den Ansätzen am Collum anatomicum des Humerus und dem Labrum, wirken sie sowohl einer anterioren als auch einer inferioren Luxation entgegen. Als weitere ligamentäre Sicherung übernimmt das Lig. coracohumerale ebenfalls eine gelenksstabilisierende Funktion.

Der zwischen Schulterdach und Rotatorenmanschette befindliche Subacromialraum beinhaltet die Bursae subacromialis und subdeltoidea sowie Bindegewebe. Dieser Komplex wird als „subacromiales Nebengelenk“ bezeichnet und gewährleistet bei Abduktion das Gleiten des Tuberculum majus unter das Acromion.

Die vollständige Beweglichkeit der Schulter wird schließlich durch die scapulothorakale Verschiebeschicht ermöglicht. Ab einer Anteversion bzw. Abduktion von 30° [48, 60], welche ausschließlich im Glenohumeralgelenk stattfindet, wird durch eine Mitbewegung der Scapula und schließlich des Thorax die vollständige Elevation des Arms erreicht.

Das Acromioclaviculargelenk ist, wie das Sternoclaviculargelenk, durch straffe Bandstrukturen gesichert und lässt physiologisch nur ein sehr geringes intraartikuläres Bewegungsausmaß zu. Das Sternoclaviculargelenk stellt die einzig „echte“ Verbindung der oberen Extremität mit dem knöchernen Thorax dar.

Die Funktionsfähigkeit und die Integrität des Schultergürtels sind demzufolge auf das Zusammenspiel all dieser Komponenten angewiesen.

Neben diesen knöchernen und Bindegewebsstrukturen existieren dynamische Stabilisatoren, in Form eines Muskel-Sehnen-Komplexes. Die Rotatorenmanschette (RM) stellt hierbei die wichtigste Sicherung des Glenohumeralgelenks dar und ist entscheidend am funktionellen Bewegungsumfang der Schulter beteiligt. Die Zusammenarbeit dieser Muskeln spielt in Ruhe wie in Bewegung eine zentrale Rolle bei der Stabilisierung und Zentrierung des Humeruskopfes in der Gelenkpfanne [4, 74]. Weiter sind die spezifischen Muskelfunktionen entscheidend für die Abduktion und Adduktion, die Ante- und Retroversion sowie die Innen- und Außenrotation des Oberarms. Zusätzlich übernimmt die lange Bizepssehne (LBS) eine ventral stabilisierende Funktion am Glenohumeralgelenk [46, 100].

Physiologisch ist die Bewegung der Schulter um drei Achsen möglich. Anteversion-Retroversion erfolgen um eine horizontale Achse, Abduktion-Adduktion um eine sagittale Achse sowie Rotationsbewegungen um eine vertikale Achse. Für eine Beurteilung der Integrität des Schultergürtelgefüges ist es wichtig, den physiologischen Bewegungsumfang zu kennen.

Nach der Neutral-Null-Methode gelten folgende Bewegungsgrade als Normwerte [48]:

Anteversion (BWS-Beteiligung) - Retroversion	170° (180°) / 0° / 50°
Abduktion (BWS-Beteiligung) - Adduktion	170° (180°) / 0° / 75°
Abduktion glenohumeral/scapulothoracal	120° / 60°
Innenrotation-Außenrotation (mit am Rumpf angelegtem Oberarm)	90° / 0° / 60°
Innenrotation-Außenrotation (in 90° Abduktion)	60° / 0° / 95°

Tab. 1: Normwerte der ROM des Schultergelenks/-gürtels

Die aktive Ausführung dieser Bewegungen wird u.a. durch die Kontraktion der jeweiligen Anteile der Rotatorenmanschette ermöglicht. Zusätzlich übernehmen weitere am proximalen Humerus ansetzende Muskeln wie M. pectoralis major, M. latissimus dorsi, M. teres major und M. deltoideus synergistisch wirkende Funktionen. Das Zusammenspiel des M. supraspinatus und des M. deltoideus ist beispielsweise für die Abduktion verantwortlich, während der M. infraspinatus, der M. teres minor sowie dorsale Faserzüge des M. supraspinatus als Außenrotatoren fungieren. Der M. pectoralis major zählt neben dem M. subscapularis zu den stärksten Innenrotatoren am Schultergelenk. Faserzüge der Mm. latissimus dorsi und teres major haben ebenfalls eine synergistische Funktion. Die Hauptfunktionen dieser drei Muskeln besteht zudem in der Adduktion des Oberarms an den Rumpf. Während der M. pectoralis major zusammen mit der Pars clavicularis des Deltamuskels die Anteversionsbewegung ausführt, wirken die Mm. latissimus dorsi und teres major in Richtung Retroversion. Durch ihre anatomische Lage und Funktion schränken all diese beteiligten Muskel-Sehnen-Komplexe den passiven Bewegungsumfang der Schulter entgegen ihrer Zugrichtung ein und schützen vor Luxationen.

Die Rotatorenmanschette umfasst die folgende Muskelgruppe: M. subscapularis, M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor. Die auf der Scapularrückseite gelegenen Mm. infraspinatus und teres minor lassen den Humeruskopf in der Gelenkpfanne nach außen rotieren und gelten als die wichtigsten Stabilisatoren nach dorsal. Der M. supraspinatus in dorso-kranialer Lage ist für die Initialbewegung der Abduktion verantwortlich und beteiligt sich mit seinen dorsalen Faserzügen ebenfalls an der Außenrotation. ISP und M. teres minor stellen gemeinsam mit dem SSC das transversale „force couple“ dar [15, 49, 96, 120].

Der SSC stellt gleichermaßen den größten als auch kräftigsten Muskel der Rotatorenmanschette dar [64]. Der Ursprung des Muskels befindet sich in der Fossa subscapularis des Schulterblatts. Seinen Ansatz bildet das Tuberculum minus des Humeruskopfes. Als einziger Muskel der RM in anteriorer Lage, fungiert der M. subscapularis hauptsächlich als Innenrotator im Schultergelenk. Der kraniale Anteil unterstützt zusätzlich die

Abduktion, während kaudale Faserzügen an einer Adduktionsbewegung mitwirken. Die anteriore Lage des SSC bedingt die Funktion als wichtigster dynamischer Stabilisator des Schultergelenks nach ventral. Die Sehne limitiert die Außenrotation durch ihre kranialen Fasern bei am Rumpf angelegtem Oberarm sowie durch ihre kaudalen Anteile in Abduktionsposition und stabilisiert den Humeruskopf somit im Gelenk. Aufgrund seines ventralen Verlaufs und der Funktion als Innenrotator spielt der SSC bei der Zentrierung des Humeruskopfes demzufolge eine entscheidende Rolle. Neben der Relevanz am glenohumeralen Gelenk strahlen Faserzüge der Sehne in das Pulley-System (s.u.) zur Stabilisierung der langen Bizepssehne (LBS) ein. In einer Kadaverstudie von Tebaa et al. konnte gezeigt werden, dass die SSC-Sehne zwei Schichten aufweist. Oberflächliche Fasern stabilisieren die LBS in ihrem Sulcus, während der tiefe Anteil die Insertion am Tub. minus bildet [113]. Richards et al. [98] beschrieben in einer weiteren Kadaverstudie, dass der SSC-Footprint (Knocheninsertionsstelle) eine trapezoide Form aufweist. Es wurde dargestellt wie die Sehne auf einer durchschnittlichen Länge von 2,5 cm an ihrem Oberrand mit 1,8 cm Breite inseriert, während der Ansatz am Unterrand auf eine Breite von nur mehr 0,3 cm ausdünnert [98]. Dies zeigt ebenfalls die kontinuierliche Abnahme des Sehnendurchmessers von superior nach inferior. Das untere Drittel des humeralen Ansatzes besteht ausschließlich aus Muskelfasern ohne sehnige Anteile [66, 112]. Biomechanische Studien zur strukturellen Beschaffenheit der SSC-Sehne demonstrieren, dass vorwiegend der kraniale Anteil von meist ansatznahen Rupturen betroffen ist [49]. In diesem Bereich wirken im Rahmen von Alltagsbewegungen die größten Kräfte [34]. Es existieren jedoch auch Fallbeispiele von isoliert kaudalen SSC-Läsionen [1].

Die Innervation der RM-Muskulatur erfolgt über den Plexus brachialis. SSP und ISP werden über den Nervus suprascapularis (C4-C6) versorgt. Der M. teres minor hingegen fällt in das Innervationsgebiet des N. axillaris (C5-C6). Kurze motorische Nervenäste aus dem Fasciculus posterior bilden die Nn. subscapulares (C5-C7), die den SSC innervieren.

Der Raum zwischen SSP und SSC stellt das Rotatorenintervall dar [48] und bildet zusammen mit dem Lig. glenohumerale superius und dem Lig. coracohumerale die sog. Rotatorenintervallschlinge (Pulley-Schlinge). Diese „Ummantelung“ gewährleistet die Fixierung sowie Führung der LBS am Eingang zum Sulcus bicipitalis und wirkt einer (Sub-) Luxation entgegen.

1.2 Ätiologie und Pathogenese von Subscapularissehnenrupturen

Die Muskeln der Rotatorenmanschette sind aufgrund diverser Pathomechanismen gefährdet für Rupturen. Prinzipiell kann ein akut traumatischer von einem degenerativen Ursprung unterschieden werden, wobei sich eine Vorschädigung im Sinne einer Degeneration häufig erst durch ein zusätzliches traumatisches Ereignis klinisch manifestiert und zu einer Verschlimmerung der Beschwerden führt.

Die exakte Ätiologie dieser degenerativen Defekte wird in der Literatur sehr unterschiedlich beschrieben. Muskuläre Mikrotraumata [22], primäre Tendopathien [121] oder starke mechanische Beanspruchung (bspw. durch ein Impingement) [82] können hierbei als Ursachen gelten. Bestehende glenohumerale Instabilitäten [83] sowie starke Alltagsbelastungen durch Überkopfarbeit [23] oder intensive Wurfsporarten können diese Pathomechanismen begünstigen bzw. weiter verstärken. Da Sehnedegenerationen häufig progredient fortschreiten, steigt mit zunehmendem Alter die Wahrscheinlichkeit für eine Schädigung aufgrund dieser Prozesse [14].

Subscapularissehnenrupturen stellen, bezogen auf die Gesamtheit der Rotatorenmanschettenläsionen, nur eine eher seltene Entität dar. Beteiligungen der SSP- oder ISP-Sehne lassen sich deutlich häufiger diagnostizieren [38]. Meist treten die Pathologien der SSC-Sehne als degenerative Partiaalläsionen oder Rupturen des oberen Sehnenanteils im Rahmen von ausgedehnten, kombinierten, antero-superioren Defekten der Rotatorenmanschette auf [16, 65, 126]. Die Inzidenz wird in der Literatur sehr unterschiedlich beschrieben. Sie reicht von 3,5% [21] bis zu 25% [9]. Vergleichsweise ist in 95% der Fälle eine

Mitbeteiligung der Supraspinatussehne sehr häufig [39]. Die degenerative Genese steht, u.a. aufgrund von subacromialer Enge, auch hier im Vordergrund.

Zu isolierten Subscapularisrupturen, ohne eine Beteiligung anderer Muskeln-Sehnen-Komplexe, kommt es vergleichsweise selten. Sie machen lediglich den sehr geringen Anteil von ca. 4% der RM-Läsionen [29] und ca. 10,1% der SSC-Läsionen [69] aus. Im Gegensatz zu kombinierten Rupturen ist der Pathomechanismus hierbei zum größten Teil auf eine alleinige traumatische Genese zurückzuführen [36]. In ca. 70% der Fälle stellt ein adäquates Trauma die Ursache für eine isolierte SSC-Ruptur dar [14, 123].

Typischerweise stehen Verletzungsmechanismen, die zu einer forcierten Hyperextension/Abduktion - Außenrotation der Schulter ohne Luxation führen, im Fokus [27, 36]. Bei diesem „Nachhintenreißen“ des Arms kommt es zu großem Zug auf die SSC-Sehne, welche schließlich von kranial, ansatznah reißt. Ein Beispiel wäre die unerwartete Blockierung des Wurfarmes eines Ballspielers (bspw. im Handball oder American Football). Die vordere Schulterluxation stellt einen weiteren Mechanismus dar, der zu einer isolierten Ruptur der SSC-Sehne führen kann [27, 52]. Ein direktes Anpralltrauma der Schulter, beispielsweise als Folge eines Fahrradsturzes, kann ebenfalls einen adäquaten Unfallmechanismus darstellen [78].

Isolierte Rupturen degenerativer Genese sind hauptsächlich auf ein bestehendes subcoracoidales/coraco-acromiales Impingement [73, 97] oder eine Instabilität der LBS [125] zurückzuführen.

Der Großteil der kompletten, isolierten Rupturen betrifft den oberen Sehnenanteil bzw. die obere Sehnenhälfte [80]. Deutlich seltener sind isolierte kaudale Läsionen [1]. Am häufigsten betroffen sind männliche Patienten im Alter von ca. 51 Jahren [29, 36, 38].

Isolierte Subscapularissehnenrupturen stehen aufgrund ihrer Genese oftmals in Verbindungen mit weiteren Schulterpathologien. So kommt es durch das Trauma fast immer auch zu einer Zerreißung der Pulley-Schlinge, was zu einer sog. Pulley-Läsion führt [6, 48, 65]. Ein Einriss dieses Komplexes bedingt dessen Insuffizienz und somit eine Instabilität der LBS. Die

resultierende (Sub-)Luxation nach medial stellt eine sehr häufige Begleitverletzung von SSC-Sehnenrupturen dar [14, 75, 89]. Die dislozierte Bizepssehne schädigt bei Bewegung des Arms den direkt anliegenden SSC-Ansatz weiter und gefährdet somit noch intakte Faserzüge [47, 125]. LBS-Läsionen sind auch im Rahmen anderer Pathomechanismen beschrieben [23, 50, 125] und können bei Luxation ein Grund für degenerative SSC-Rupturen sein. Der Zusammenhang von Läsionen der SSC-Sehne und LBS-Pathologien wurde bereits mehrfach in der Literatur beschrieben [27, 36, 38, 43, 50, 54, 89, 103].

Da beide Strukturen auch maßgeblich für die ventrale Stabilisierung des Schultergelenks verantwortlich sind, können Störungen in diesem Gefüge zu einer vorderen, oberen Schulterinstabilität führen [48]. Diese muss allerdings klar von einer antero-inferioren Instabilität abgegrenzt werden.

Die Versorgung der LBS steht somit, neben der Rekonstruktion der SSC-Sehne, im Fokus der operativen Therapie (1.4).

Ein weiterer, jedoch weitaus seltenerer, Zusammenhang mit Subscapularisrupturen besteht im Falle von HAGL-Läsionen (humeral avulsion of the glenohumeral ligament) [35]. Im Rahmen eines forcierten Außenrotationstraumas kommt es zusätzlich zur Läsion der SSC-Sehne zum Abriss des humeralen Ansatzes der glenohumeralen Bänder. Dies kann die Ursache für eine sekundäre, glenohumerale Instabilität [13] darstellen und muss mitbehandelt werden [7].

1.3 Diagnostik

Anamnestisch berichten Patienten mit einer akuten Ruptur von einem „reißenden Geräusch“ während des Unfallereignisses und starken Schmerzen im Schulterbereich. Häufig wird in diesem Zusammenhang der typische, traumatische Verletzungsmechanismus (vgl. 1.2) beschrieben. Die Ausprägung der SSC-Symptomatik hängt jedoch entscheidend von der Genese und Größe der Ruptur ab. Bei degenerativen Läsionen kommt es zu Schmerzen in langen Ruhephasen, bspw. nachts, und Symptome wie Kraftverlust und

Bewegungseinschränkungen stehen im Vordergrund [27]. Häufig zeigen sich diese Beschwerden im Rahmen von Alltagsaktivitäten. Der Funktionsverlust des geschädigten Subscapularismuskels fällt durch eine Kraftlosigkeit in Innenrotationsrichtung auf, der beispielsweise bei Tätigkeiten wie dem „Tischabwischen“ oder dem „Zubinden einer Schürze“ Probleme und Schmerzen bereitet. Die fehlende Zentrierung im Gelenk bewirkt zusätzlich einen Humeruskopfhochstand, der die Beweglichkeit einschränkt.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung kann bei betroffenen Patienten ein positiver Lift-Off-Test beobachtet werden [36]. Dieses Verfahren gilt als sehr sensitive und spezifische Möglichkeit, die Funktion des SSC-Muskels zu testen (vgl. 3.3). Jedoch ist die Durchführung im akuten Stadium bei ausgeprägter Schmerzsymptomatik nicht immer möglich [16]. Weitere subscapularis-spezifische Tests wie Belly-Press-, Bear-Hug- oder Napoleon-Test stellen suffiziente Alternativen dar, falls eine Durchführung des Lift-Off-Tests aufgrund von Beschwerden nicht möglich ist [5, 16, 38]. Elektromyographische Studien haben gezeigt, dass diese Untersuchungsmethoden nahezu isoliert die Kraftentwicklung des SSC-Muskels prüfen und der Einfluss synergistischer Muskulatur, wie den Mm. latissimus dorsi und pectoralis major, sehr gering ist [19, 44, 90, 118].

Während die kranialen Muskelanteile vorwiegend in Belly-Press-Position beansprucht werden (auch für Napoleon-Test verwendet), lässt der Lift-Off-Test eher eine Beurteilung der kaudalen SSC-Integrität zu und es zeigt sich vorwiegend ein positiver Befund bei ausgeprägten, hochgradigen Rupturen (Fox & Romeo Typ 3 und 4) [31, 118]. Wird der Bear-Hug-Test in unterschiedlichen Winkelgraden vor dem Körper durchgeführt, kann sowohl die kraniale als auch die kaudale Funktion der Muskelanteile überprüft werden [90].

Die Kombination dieser klinischen Tests weist eine Sensitivität und Spezifität von über 80% auf [30]. Falsch negative Ergebnisse sind vor allem bei Partialläsionen oder guter Ansteuerung der restlichen Rotatoren möglich [110]. Zusätzlich zu den Funktionstests kann sich bei Patienten mit SSC-Rupturen eine vermehrte passive Außenrotation im Seitenvergleich zeigen [36]. (Exakte Beschreibung der klinischen SSC-Tests, siehe 3.4.2)

Ein weiterer wichtiger Bestandteil der klinischen Diagnostik stellt die radiologische Untersuchung dar. Posttraumatisch empfiehlt es sich eine Röntgenaufnahme der betroffenen Schulter durchzuführen, um ossäre Läsionen wie Frakturen oder knöcherne Sehnenaurisse auszuschließen. Diese erfolgt in drei Ebenen (true-anterior-posterior, axial und Y-View). Die Integrität des muskulo-tendinösen-Komplexes des Subscapularismuskels lässt sich mittels Kernspintomographie beurteilen. Seit vielen Jahren stellt diese Methode aufgrund ihrer hohen Sensitivität und Spezifität den Standard in der Bildgebung von Weichteilverletzungen des Schultergürtels dar [116]. Insbesondere die transversalen/axialen und parasagittalen Sequenzen spielen im Rahmen der SSC-Diagnostik eine entscheidende Rolle [68, 91]. Um Begleitverletzungen, vor allem der LBS, zu diagnostizieren und zu lokalisieren, muss den parakoronaren Schichten ebenfalls Beachtung geschenkt werden.

Zusätzlich kann eine Bildgebung mittels Sonographie in Erwägung gezogen werden.

(Exakte Beschreibung der Diagnosestellung im MRT, siehe 3.7.2)

Da das Therapieergebnis maßgeblich von der Zeit zwischen SSC-Ruptur und anschließender Versorgung abhängt [6, 108], ist eine frühzeitige Diagnosestellung von großer Wichtigkeit. Aufgrund der Tatsache, dass die spezifischen Tests nur sehr diskret ausfallen können, werden isolierte SSC-Rupturen häufig übersehen oder als Schulterprellung und Impingement-Syndrom fehlinterpretiert [20, 27]. Selbst intraoperativ können Läsionen der SSC-Sehne gelegentlich übersehen werden [72, 80, 129]. Dies führt schließlich zu einer verzögerten Diagnosestellung und kann sich negativ auf das Therapieergebnis auswirken.

1.4 Therapie

Grundsätzlich kann bei der Behandlung von Subscapularisrupturen ein konservativer, physiotherapeutischer Therapieansatz von einer chirurgischen Versorgung unterschieden werden.

Kontraindikationen für eine chirurgische SSC-Rekonstruktion können von unauffälligen Teilrupturen bis zu stark degenerierten Schulterbefunden reichen.

Mögliche Kontraindikationen:

- Schmerz- bzw. Beschwerdefreiheit
- Arthropathie der RM aufgrund von Chronifizierung
- Schultersteife (nach Oh et al. [87]; Flexion $<120^\circ$, Außenrotation $<30^\circ$, Innenrotation $<LWK\ 3$)
- Fortgeschrittene Omarthrose
- Hochgradige SSC-Atrophie im MRT ($>$ Grad 2 in Anlehnung an Thomazeau et al. [115])
- Fortgeschrittene fettige Degeneration des SSC-Muskels ($>$ Grad 3 in Anlehnung an Goutallier und Fuchs [32, 41])
- Incompliance des Patienten

Wird eine Partialläsion ohne klinisch relevante Beschwerden diagnostiziert, kann der Versuch einer konservativen Therapie unternommen werden. Diese beinhaltet physiotherapeutische Behandlungsmethoden sowie muskuläres Aufbau- und Training der betroffenen Schulter. Es sollten zudem regelmäßige klinische und radiologische Kontrollen erfolgen, um einen fortschreitenden Funktionsverlust bzw. eine zunehmende Atrophie und fettige Degeneration des Muskels frühzeitig zu erkennen. Entscheidend sind der Erhalt der Beweglichkeit und die Zentrierung des Humeruskopfes sowie die Sicherung des Gelenks durch eine gut ausgeprägte Muskulatur.

Es muss jedoch bedacht werden, dass bei Versagen der konservativen Therapie, sich das verlängerte symptomatische Intervall negativ auf das anschließende OP-Ergebnis auswirken kann [6].

Für die Anwendung der operativen Therapiemethodik lassen sich „absolute“ von „relativen“ OP-Indikationen unterscheiden.

<p>Absolute OP-Indikation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Frische, komplette Ruptur (auch bei höhergradiger Retraktion) • Schmerzen • Chronische Funktionseinschränkung (positive klinische SSC-Tests) • Dezentrierung des Humeruskopfes bei chronischer Ruptur • Antero-superiore RM-Insuffizienz • Komplette Ruptur + geringgradige SSC-Atrophie im MRT (< Grad 2 in Anlehnung an Thomazeau [115]) • Komplette Ruptur + fettige Degeneration des SSC (< Grad 3 in Anlehnung an Goutallier und Fuchs [32, 41]) • Symptomatische Re-Ruptur nach primärer SSC-Rekonstruktion
<p>Relative OP-Indikation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kraniale SSC-Läsion (z.B.: im Rahmen einer Pulley-Läsion) • Partialläsion

Tab. 2: Absolute und relative OP-Indikationen für eine Rekonstruktion des SSC-Muskels

Im Rahmen der operativen Versorgung von SSC-Rupturen stehen dem behandelnden Arzt verschiedene Techniken zur Verfügung.

Grundsätzlich werden hierbei ein „offen chirurgisches Verfahren“, wobei ein größerer Hautschnitt im Anschluss an eine diagnostische Arthroskopie den Zugang zum Gelenk ermöglicht, und ein rein „arthroskopisches Verfahren“, welches ausschließlich in Schlüssellochtechnik durchgeführt wird, unterschieden.

Durch die SSC-Sehnenrekonstruktion kann die ursprüngliche biomechanische Funktion des glenohumeralen Gelenks wiederhergestellt werden. Auch die Rezentrierung des Humeruskopfes wird mittels einer erfolgreichen Operation gewährleistet.

Operationsvorbereitung [80]

Die ausführliche Aufklärung über Verlauf und Risiken der geplanten Operation geht jedem Eingriff voraus und stellt einen essentiellen Teil der Vorbereitung dar. Eine erneute Sichtung der dokumentierten Diagnostik und Bestätigung der Indikation zur operativen Therapie sollten ebenfalls erfolgen.

Die Patienten erhalten eine Intubationsnarkose sowie einen Skalenuskatheter, um starke Schmerzen in der frühen postoperativen Phase gut kontrollieren zu können. Die sog. „Beach-Chair“-Position stellt die standardmäßige Lagerung für die Versorgung von Pathologien im Bereich der Subscapularissehne dar. Da für beide Operationstechniken die freie Bewegung des Arms notwendig ist, wird dieser in einem speziellen Armhalter gelagert.

Um das Infektionsrisiko möglichst zu minimieren, erhalten alle Patienten präoperativ eine systemische Antibiotikaprophylaxe (z.B.: Cefuroxim 1,5 mg i.v., Einmalgabe). Die Entfernung der Körperbehaarung im Operationsgebiet sollte zur Vermeidung von Microtraumata der Haut mit besonderer Vorsicht erfolgen.

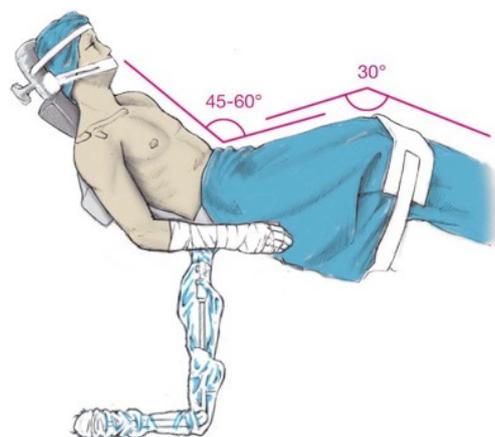


Abb. 1: Schematische Darstellung der Beachchairlagerung. Der betroffene Arm ist in einer speziellen Halterung ausgelagert. Bildquelle: [59]

Diagnostische Arthroskopie

Nach korrekter Lagerung und Durchführung der präoperativen Vorbereitungen erfolgt die diagnostische Arthroskopie. Vor Beginn werden die knöchernen Landmarken (Calvicula, Proc. coracoideus, Acromion), die Arthroskopieportale sowie die ggfs. geplante Schnittführung gekennzeichnet. Im sog. „Soft-Spot“, ca. 2cm kaudal und 2cm medial der posterioren Acromionecke befindet sich das dorsale Standardportal, durch das die Kamera in das Gelenk eingeführt wird. Nach der geplanten Stichinzision im Bereich des „Soft-Spot“ erfolgt die stumpfe Eröffnung des Gelenks mittels eines Trokars und im Anschluss das Einführen der Kamera. Zu Beginn unter Luftinsufflation, anschließend im wässrigen Milieu (50mmHg Wasserdruck), werden die gesamte Rotatorenmanschette, die Knorpelverhältnisse sowie das Labrum und die kapsuloligamentären Verhältnisse begutachtet.

Die Subscapularissehne wird in Innen- und Außenrotationsstellung dargestellt und kann in Neutralstellung oder in leichter Abduktions-Innenrotations-Position am besten beurteilt werden. Die exakte Darstellung der humeralen Sehneninsertion („Footprint“) ist hierbei essentiell. Kleinere, ansatznahe, artikulareseitige Rupturen können so besser erkannt werden. Neben der Inspektion der restlichen Muskeln der RM, gilt besondere Aufmerksamkeit der LBS und dem Pulley-System. Durch Rotationsbewegungen können die Intaktheit der Schlingenanteile und die Stabilität der Bizepssehne im Pulley-System überprüft werden. Kommt es im Rahmen einer ansatznahen Subscapularissehnenruptur auch zur Schädigung der antero-medialen Pulleyschlinge, kann die LBS vollständig in das Gelenk disloziert sein. Des Weiteren ist auf Partiailläsionen und synoviale Reizzustände der Sehne zu achten. Auch Verdickungen im Verlauf, die den Gleitvorgang behindern, lassen sich in der Arthroskopie darstellen.

Die Beurteilung des Ausmaßes einer SSC-Läsion erfolgt am besten in leichter Abduktions- und Innenrotationsstellung des Oberarms. In dieser Position kann die Sehneninsertion weit nach kaudal verfolgt werden und etwa 50% des Durchmessers sind einsehbar. Partiailläsionen und Kompletrupturen können somit gut diagnostiziert und unterschieden werden. Das

quantitative Ausmaß der SSC-Sehnenruptur wird in der Arthroskopie mit Hilfe der Klassifikation von Fox & Romeo eingeteilt [31].

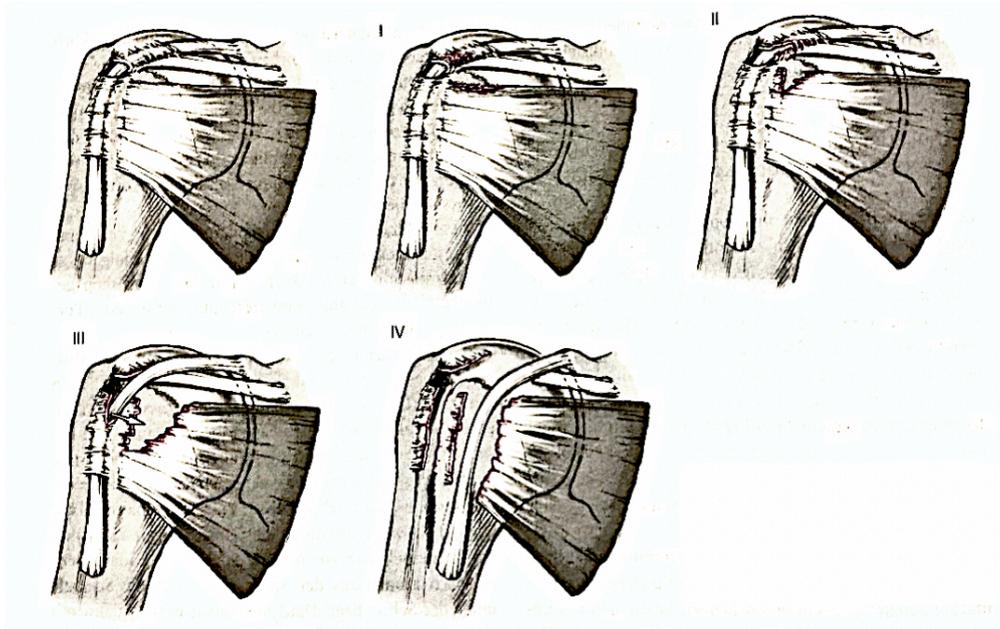


Abb. 2: Schematische Darstellung der Klassifikation der SSC-Sehnenruptur nach Fox und Romeo, Bildquelle: [48] (Einteilung in Typ I-IV, siehe Tab. 3)

Arthroskopische Klassifikation von SSC-Sehnenrupturen nach Fox & Romeo:	
Typ 1	Partialruptur
Typ 2	Komplette Ruptur der kranialen 25% der Sehne
Typ 3	Komplette Ruptur der kranialen 50% der Sehne
Typ 4	Komplette Ruptur von mehr als 50% der Sehne

Tab. 3: Intraoperative Einteilung der SSC-Sehnenruptur nach Fox und Romeo [31]

Im Falle eines kompletten Sehnenaustrisses am Tuberculum minus ist die Insertionsstelle blank und der Sehnenstumpf durch den starken Muskelzug bereits retrahiert. Je nach Alter und Größe der Ruptur kann dies stärker oder schwächer ausgeprägt sein. Intraoperativ wird diese Retraktion der abgerissenen Sehne beurteilt und klassifiziert. Bartl et al. beschrieben

2011 in Anlehnung an die Klassifikation nach Patte, die 1990 für Rupturen des SSP veröffentlicht wurde [88], folgende Einteilung [6]:

Klassifikation der Sehnenretraktion bei SSC-Rupturen in Anlehnung an Patte:	
Grad 1	Der Sehnenstumpf befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Tuberculum minus
Grad 2	Der Sehnenstumpf befindet sich auf Höhe des medialen Humeruskopfrandes
Grad 3	Der Sehnenstumpf befindet sich auf Höhe des Glenoids oder noch weiter medial

Tab. 4: Intraoperative Einteilung der Sehnenretraktion in Anlehnung an die Klassifikation nach Patte [6, 88]

Gewöhnlich retrahiert die ausgerissene Sehne nach medial und verwächst dort mit dem Proc. coracoideus und den kapsuloligamentären Strukturen. Restfasern der häufig mitrupturierten Pulley-Schlinge, bestehend aus Anteilen des SGHL-CHL-Komplexes, können schließlich eine Narbenplatte bilden, die mit dem superolateralen SSC-Sehnenrand verklebt. Dieses sog. „comma-sign“ [72] kann als Leitstruktur für die Identifikation des superioren und lateralen Sehnenrandes dienen, darf allerdings nicht als intakte Subscapularisinsertion am Tuberculum minus fehlinterpretiert werden. Kann der untere Sehnenrand in der Arthroskopie nicht dargestellt werden (bspw. bei Fox-Romeo Typ 4 [31] oder durch Verwachsungen) oder liegt eine zusätzliche HAGL-Läsion vor, so sollte die Subscapularisrekonstruktion mittels der offenen Operationstechnik erfolgen [7].

Offen chirurgische Technik

Jeder offenen SSC-Rekonstruktion geht eine diagnostische Arthroskopie voraus um das Ausmaß der Ruptur sowie mögliche Begleitverletzungen beurteilen zu können. Die eingeschränkte Einsicht des vorderen, unteren Gelenkkompartiments stellt die entscheidende Limitierung der arthroskopischen Operationstechnik dar. Eine SSC-Sehnenruptur Typ 4 nach Fox & Romeo [31], HAGL-Läsionen oder Gewebeswellungen, die zu Sichteinschränkungen führen, sind somit Indikationen für eine offen chirurgische Versorgung [129]. Weitere Vorteile

dieses Verfahrens bieten die einfachere technische Durchführung sowie eine bessere Übersicht bei weit retrahierten Sehnen. Im Falle von ausgeprägten, weitläufigen Rupturen ist zusätzlich eine leichtere Mobilisation des Sehnenstumpfes möglich. Nachteile dieses Verfahrens stellen die schlechtere Visualisierung und Adressierung von möglichen Begleitverletzungen, der größere Weichteilschaden und das damit verbundene, höhere Infektionsrisiko dar. [94]

Aufgrund des ventralen OP-Feldes können artikulareseitige Partialrupturen bei der offenen Operationstechnik übersehen werden.

Für die Durchführung wird der Patient in „Beach-Chair-Position“ mit frei beweglichem Arm gelagert (s.o.). Der deltopectorale Zugang gilt als Goldstandard, da dieser die geringste Invasivität aufweist und gute Sichtverhältnisse auf die anatomisch wichtigen Strukturen ermöglicht. Hilfreich ist vor Beginn die knöchernen Landmarken (Clavicula, Proc. coracoideus und Acromion) sowie die geplante Portalanlage und Schnittführung zu kennzeichnen.

Im Anschluss an die diagnostische Arthroskopie erfolgt die Hautinzision entlang der zuvor aufgezeichneten Linie vom Proc. coracoideus aus nach distal, entlang des Sulcus deltoideopectoralis in einer Länge von ca. 7-10cm.

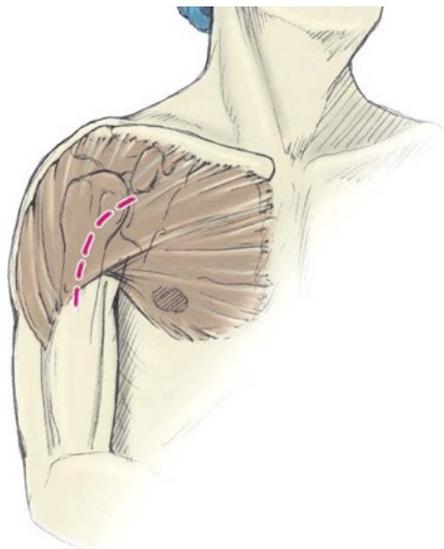


Abb. 3: Schematische Darstellung des delto-pectoralen Zugangs, Bildquelle: [59]

Nach Darstellung der Vena cephalica sowie des M. deltoideus lateralseitig und des M. pectoralis major mediallyseitig wird unter Schonung dieser Strukturen in die Tiefe präpariert. Die Vene kann hierbei je nach Praktikabilität nach medial oder lateral zur Seite gehalten werden. Die Darstellung der SSC-Ruptur ist schließlich nach dem Eröffnen der clavipectoralen Faszie lateral der „conjoined tendons“, Präparation und Mobilisation des Rotatorenintervalls, sowie subakromialer und subcoracoidaler Bursektomie möglich. Bei degenerativen Rupturen sind häufig Vernarbungen zwischen Sehnenstumpf und Tuberculum minus zu finden, die exzidiert werden müssen.

Für die Refixation der rupturierten Sehne erfolgt zunächst ein Release sowie das Anfrischen des Knochens an der Insertionsstelle. Der trapezoide Footprint des SSC [98] muss für die Rekonstruktion der Sehne berücksichtigt werden. Daher bietet sich für die Rekonstruktion eine flächige Naht mittels doppelreihiger Ankerfixation und flachen Tapes an. Hierbei werden zuerst die medialen Anker, welche mit den Tapes beladen sind, kaudal und kranial im Knochen positioniert. Die Sehne kann nun mit den freien Tape-Enden von innen nach außen durchstochen werden. Nach Kreuzen je eines Tape-Schenkels wird die Sehne gespannt und mit einer lateralen Ankerreihe an der Knochen-Knorpel-Grenze refixiert, sodass der Footprint vollständig gedeckt ist. Die Rekonstruktionstechnik entspricht hierbei prinzipiell dem später im Detail beschriebenen Vorgehen bei arthroskopischer Versorgung.

Im Falle einer begleitenden HAGL-Läsion wird die meist unterhalb des kaudalen Subscapularisrand gelöste Kapsel am Glenoid mobilisiert und mit Hilfe von Fadenankern fixiert. Das Rotatorenintervall kann schließlich mit einer „Seit-zu-Seit-Naht“ zwischen SSP- und SSC-Sehne verschlossen werden. Abschließend bietet sich fakultativ die Möglichkeit eine Drainage einzulegen, bevor die Subkutan- und Hautnaht das Wundgebiet verschließt. Die Anlage eines sterilen Verbandes und abschließende postoperative Lagerung des Arms stellen den letzten Schritt der Operation dar.

Die Versorgung von SSC-Rupturen mittels offener OP-Technik galt lange Zeit als Goldstandard [68, 126]. Seit Einführung der arthroskopischen Methode 2002 [16] zeigt sich

jedoch ein fortlaufender Trend zu dieser minimalinvasiven Technik und stellt mittlerweile, sofern durchführbar (s.o.), das bevorzugte Verfahren dar. [6, 17]

Arthroskopische Technik

Durch die stetige Verbesserung der chirurgischen Technik sowie der benötigten Instrumente [9, 16], ist die rein arthroskopische Versorgung von isolierten SSC-Rupturen in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus gerückt. Einen Hauptgrund hierfür liefert die Tatsache, dass die Mehrzahl der kompletten Subscapularisläsionen sich im kranialen Sehnendrittel oder der oberen Sehnenhälfte ereignen. Diese sind somit für die arthroskopische Rekonstruktionstechnik ohne weiteres zugänglich. Ein weiterer Vorteil gegenüber der offenen chirurgischen Methode stellt die bessere Darstellung von artikulareseitigen Läsionen dar [48]. Die Identifizierung und Adressierung derartiger Läsionen lässt sich demzufolge mittels arthroskopischer Versorgung einfacher bewerkstelligen als im Rahmen der offenen chirurgischen Technik. Des Weiteren können begleitende Pathologien der LBS, des Pulley-Systems oder des Labrums ebenfalls besser evaluiert und mitversorgt werden. Aufgrund der geringeren Invasivität dieser Methode entsteht ein kleinerer Weichteilschaden und das Ergebnis wird als ästhetisch ansprechender empfunden.

Nachteile ergeben sich hingegen insbesondere aus der technisch anspruchsvolleren Durchführung und der damit verbundenen längeren Operationszeit. Die Darstellung und Mobilisation des Sehnenstumpfes stellt oftmals eine der großen Herausforderungen für den Operateur dar. Dieser benötigt für eine erfolgreiche Durchführung eine weitaus größere Erfahrung und Routine als bei der offenen-chirurgischen Herangehensweise.

Der Patient wird wiederum in „Beach-Chair-Position“ gelagert und die knöchernen Landmarken (s.o.) werden, wie bei der Vorbereitung zur diagnostischen Arthroskopie und der offenen Technik, angezeichnet. Zusätzlich markiert der Operateur die Stellen für die geplanten Portale. Standardmäßig werden drei Portalanlagen verwendet. Im „Soft-Spot“ befindet sich, wie oben beschrieben, das dorsale Standardportal für das Einführen der Kamera in das

Gelenk. Ein anterosuperiorer Arbeitszugang wird ventral des AC-Gelenks und oberhalb des Proc. coracoideus angebracht. Dieses Portal dient der Ankerplatzierung, Fadenpassage und Fadenverknötung. Des Weiteren erfolgt am anterioren Rand der LBS die Anlage des anterolateralen Zugangs, über welchen mittels Zugfäden die Sehnenmobilisation überprüft wird. Auch die Präparation des tuberculären Footprints sowie die Versorgung von Pathologien der LBS erfolgt über dieses Portal. Zusätzlich kann bei großen Rupturen ein lateraler Zugang angelegt werden, um nach Umstecken der Optik das vordere Schulterkompartiment und den unteren Rupturrand besser darstellen zu können.

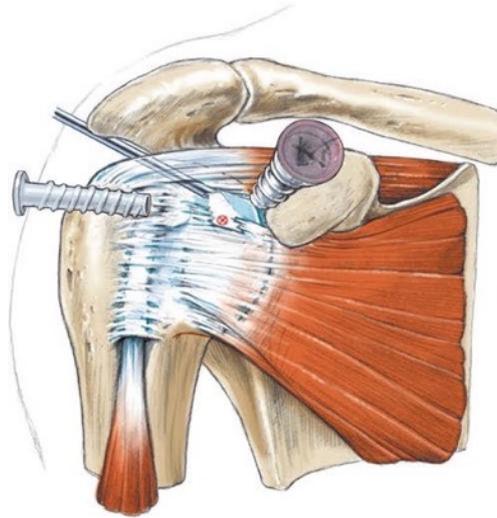
Über das dorsale Standardportal erfolgt zunächst die diagnostische Arthroskopie (s.o.). Die größte Limitierung der arthroskopischen Technik stellt die Enge im vorderen Schulterkompartiment dar. Mit steigender Dauer der Operation wird dieser Raum zwischen Humeruskopf und Proc. coracoideus aufgrund der Schwellung des Gewebes zunehmend schlechter einsehbar [8, 16]. Die Darstellung und Mobilisation des Sehnenstumpfes wird durch diesen Effekt ebenfalls maßgeblich erschwert. Abgesehen von einer möglichen Tenotomie bzw. Tenodese der LBS sollte deshalb, nach der intraoperativen Identifizierung und Einschätzung der SSC-Ruptur, die Rekonstruktion der Sehne Priorität vor allen weiteren Prozeduren haben [17].

Die Anlage des anterosuperioren und anterolateralen Portals erfolgt unter intraartikulärer Sicht und wird vorerst mit einer Punktionsnadel vorgenommen. Nach Überprüfung der korrekten Lage kann die Stichinzision durchgeführt werden. Das Einbringen einer Schraubkanüle über den geschaffenen Zugang ermöglicht es den Wasserdruck im Gelenk konstant zu halten. Die Stabilität und Integrität der LBS wird mittels eines Tasthakens überprüft. Liegt eine Verletzung der LBS oder des Pulley-Systems vor, wird diese zunächst adressiert und versorgt. Eine Instabilität dieses Gefüges erschwert die Sicht auf die SSC-Ruptur und kann durch eine mediale (Sub-) Luxation der Bizepssehne die Refixierung der ausgerissenen SSC-Sehne gefährden. Mittels einer arthroskopischen Schere oder einem elektrothermischen Gerät wird die Tenotomie der LBS über das anterosuperiore Portal durchgeführt. Die Refixierung der Bizepssehne im Rahmen der Tenodese kann als Weichteil-Tenodese unter Vernähung mit

dem Lig. transversum oder unter Fixierung mittels einer Tenodeseschraube im Sulcus intertubercularis erfolgen. Aufgrund der geringeren postoperativen Beschwerden wird die zuletzt genannte Methode häufig bevorzugt. Prinzipiell erhalten Patienten mit hohem kosmetischem und sportlichem Anspruch eher eine Tenodese, während bei geringerem Anspruch und Aktivitätsniveau die Tenotomie die Versorgung der Wahl darstellt.

Unter schließlich besserer Sicht auf die SSC-Sehnenruptur kann die notwendige Mobilisation des Sehnenstumpfes überprüft werden. Die Reposition wird mittels Zugfäden, die mit einem Perforationsgerät angebracht und über das anterolaterale Portal ausgeleitet werden, oder einer Gewebefasszange simuliert. Im nächsten Operationsschritt werden zum Zwecke einer besseren Mobilisation kapsuläre Verwachsungen und Adhäsionen der rupturierten Sehne gelöst. Insbesondere am Proc. coracoideus und mit dem MGHL entstehen narbige Strukturen, die mit einem elektrothermischen Gerät oder Weichteilshaver abgelöst werden. Das coracohumerale Ligament (CHL) wird in diesem Zusammenhang ebenfalls durchtrennt. Unter Spannung der Zugfäden kann schließlich ein 270°-Release der Sehne erfolgen. Hierbei wird der Sehnenstumpf superior, anterior und posterior gelöst. Das „comma sign“ [72] gilt bei kompletten Rupturen als Leitstruktur für das Auffinden des tatsächlichen Sehnenrandes. Besondere Beachtung muss der Schonung der naheliegenden Nervi axillaris (am Unterrand des SSC) und musculocutaneus (medial des Proc. coracoideus) geschenkt werden. Kann im Anschluss an das Release der Unterrand der Ruptur dargestellt werden und eine HAGL-Läsion ausgeschlossen werden, ist eine arthroskopische Rekonstruktion der SSC-Sehne möglich.

Nach ausreichender Mobilisation erfolgt die Präparation der tuberculären Sehneninsertionsstelle. Der Knochen am Tuberculum minus wird mit einer Fräse bis zum Einsetzen von Kontaktblutungen angefrischt. Wahlweise kann auch ein geringfügig weiter medial an der Knochen-Knorpel-Grenze befindlicher Footprint gewählt werden. Abhängig von der Größe der Ruptur werden 1-4 Anker für die Refixation verwendet. Kraniale Partilläsionen können oftmals unter Verwendung nur eines Ankers versorgt werden [63].



*Abb. 4: Schematische Darstellung der angestrebten Ankerposition (Tub. minus bzw. SSC-Footprint) bei der Versorgung kranialer (Partial-) Rupturen.
Text- und Bildquelle: [59]*

Komplette Rupturen hingegen werden je nach Größe mit 2-4 Ankern refixiert. Diese werden von kaudal nach kranial und unter Berücksichtigung des trapezoiden SSC-Footprints [98] im Knochen angebracht. Im Falle einer Fox-Romeo Typ 3 Ruptur [31] sollte eine Versorgung mittels vier Ankern in „double-row“-Technik in Betracht gezogen werden. Im Gegensatz zur „single-row“-Technik werden hierbei zwei Ankerreihen mit jeweils einem superioren und einem inferioren Anker in den Knochen geschraubt. Die Positionierung der medialen und lateralen Ankerreihe ist hierbei der physiologisch trapezförmigen Sehneninsertion des SSC [98] nachempfunden. Allgemein hat sich das Ergebnis der Versorgung in „double-row“-Technik als biomechanisch überlegen erwiesen [128].

Durch das anterosuperiore Portal wird im 45° Winkel zur Knochenoberfläche („deadman angle“ [96]) mit einem Pfriem der Knochen vorgebohrt. In nur noch wenigen Fällen, abhängig vom Typ des Ankers, muss zudem ein Gewinde geschnitten werden. Zur Anwendung können resorbierbare oder nichtresorbierbare Schraubenanker sowie Schraubenklemmanker kommen. Durch Zug an den Ankerfäden kann deren Stabilität im Knochen überprüft werden. Die Fäden werden schließlich durch das anterolaterale Portal ausgeleitet. Im nächsten Operationsschritt wird der erste Faden mit einer Faszange vorgelegt, nach Durchstechen der Sehne mit Hilfe eines Shuttle-Instruments gefasst und nach anterosuperior ausgeleitet.

Die Refixierung der Sehne erfolgt in modifizierter Mason-Allen-Technik. Alternativ ist auch eine einfache oder doppelte Matratzennaht möglich. Für die Verknotung empfiehlt sich die Armstellung in 20° Außenrotation und leichter Abduktion. Die Spannung der Sehne ist in dieser Position optimal.

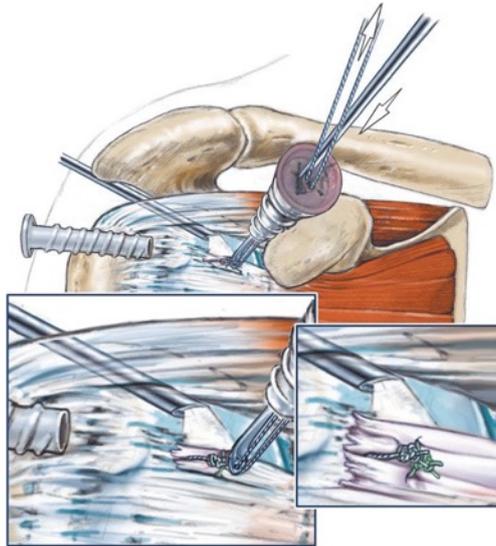


Abb. 5: Verknoten der Ankerfäden unter Zuhilfenahme von Rutschknoten und Knotenschieber über das antero-superiore Portal. Text- und Bildquelle [59]

Mithilfe eines Knotenschiebers wird nach der Anlage eines Rutschknotens (z.B. „fisherman knot“) mit drei gegenläufigen Halbschlägen der Knoten über den anterosuperioren Zugang fixiert und verblockt. Die Fäden werden schließlich mit einer arthroskopischen Schere abgeschnitten.

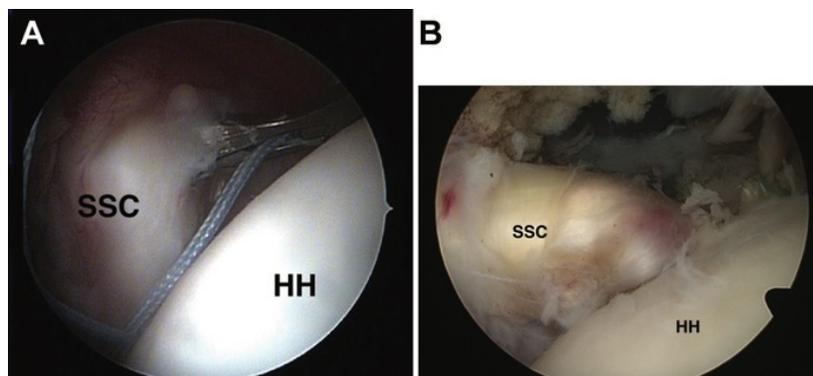


Abb. 6: A) Anschlingen der rupturierten Sehne mittels Ankerfäden. B) Rekonstruierter Sehnenansatz am Tuberculum minus. Text- und Bildquelle: [108]

Im Falle des Einsatzes mehrerer Anker kann analog zu der beschriebenen Technik vorgegangen werden oder ein knotenloses System verwendet werden (z.B.: Speedbridge, Fa. Arthrex Inc., Napels, FL, USA). Der Verschluss der Hautinzisionen erfolgt mittels Einzelknopf- oder Donati-Nähten und die Anlage eines sterilen Verbands schließt die Operation ab.

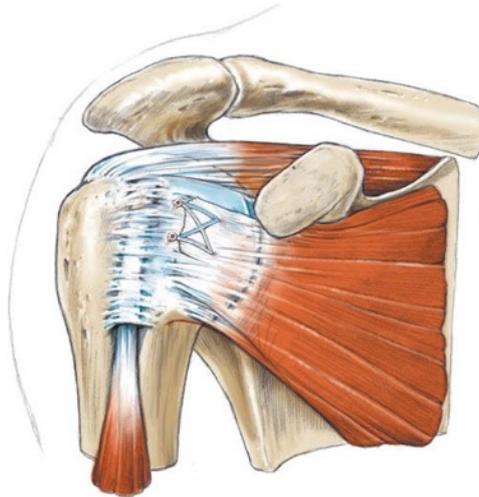


Abb. 7: SCC-Sehnenrekonstruktion mittels doppelreihigem, knotenlosem Ankersystem. [59]

Gefahren und Komplikationen [80]

Im Laufe der operativen Versorgung können sich im Rahmen jeder Technik diverse Gefahren und Komplikationen ergeben, deren Vermeidung für ein erfolgreiches Operationsergebnis von großer Bedeutung ist.

Die sorgfältige Lagerung stellt die Grundvoraussetzung für einen reibungslosen Verlauf dar. Eine zu starke Flexion des Kopfes kann zu zerebralen Ischämien, sowie zu weiteren neurologischen Beeinträchtigungen führen. Bei schlechter Lagerung des Arms muss mit einer Schädigung des Plexus brachialis bzw. N. musculocutaneus gerechnet werden.

Einen weiteren Gefahrenpunkt stellt die Anlage der Portale dar. Deren korrekte Lage ermöglicht optimale Arbeitsbedingungen sowie die Schonung der angrenzenden Strukturen. Die Überprüfung der Eingangsebene mittels einer Nadel unter arthroskopischer Sicht stellt hierbei den Goldstandard dar.

Des Weiteren muss ein besonderer Fokus auf die intraoperative Diagnostik gelegt werden, da Begleitverletzungen und Fehlinterpretationen das Operationsergebnis negativ beeinflussen können. Hierbei gilt insbesondere zu beachten, dass der SSC-Footprint immer in Innenrotationsstellung beurteilt werden sollte. Die genaue Inspektion und Versorgung des Bizepssehnen-Pulley-Komplexes stellt ebenfalls einen wichtigen Schritt dar, da eine instabile LBS das Ergebnis der SSC-Rekonstruktion stark gefährdet. Im Laufe des arthroskopischen Rundgangs muss das bereits beschriebene „comma sign“ [72] klar von einer intakten Sehneninsertion unterschieden werden.

Die zunehmende Enge im anterioren Gelenk sollte bei der Versorgung der Strukturen immer bedacht werden. Aus diesem Grund sollten begleitende RM-Läsionen an SSP oder ISP erst nach erfolgreicher SSC-Rekonstruktion adressiert werden.

Um das Ausreißen der Anker zu verhindern, ist eine Überprüfung der Stabilität unabdinglich. Dies erfolgt mittels Zugs an den Fäden. Zu flach einbrachte oder lockere Anker können daraufhin gegebenenfalls gegen Größere ausgetauscht werden.

Allgemein gilt es das Infektionsrisiko bei chirurgischen Eingriffen stets zu minimieren.

1.5 Nachbehandlung

Im Anschluss an die operative Versorgung erfolgt eine intensive Nachbehandlung. Der versorgte Arm wird für vier bis sechs Wochen in einer 15° Abduktions-Orthese gelagert und somit ruhiggestellt. Ab dem ersten postoperativen Tag werden im Rahmen der physiotherapeutischen Behandlung passive Bewegungsübungen durchgeführt. Leichte Flexion und Abduktion bis zu maximal 90°, Außenrotation bis zu 0° sowie passive Innenrotation sind in diesem Zeitraum unbedenklich. Um die Integrität der rekonstruierten Sehne zu gewährleisten, sind aktive Innenrotationsbewegungen (Kontraktion des SSC-Muskels), Überkopfbewegungen und Außenrotation über 0° hinaus, sowohl aktiv als auch passiv, während der ersten sechs Wochen untersagt. Ab der siebten Woche kann ohne Einschränkungen an der Beweglichkeit der Schulter gearbeitet werden, vorerst aktiv-assistiert

und schließlich selbstständig aktiv. Die vollständige Wiederherstellung der Beweglichkeit ist eines der Hautziele der Nachbehandlung.

Der Muskelaufbau durch isometrische Kraftübungen, insbesondere des M. deltoideus und der Rotatorenmanschettenmuskulatur, beginnt ab der zwölften postoperativen Woche. Eine uneingeschränkte Wiederaufnahme sportlicher Aktivitäten kann nach sechs bis zwölf Monaten erfolgen.

Wird im Rahmen der operativen Versorgung eine Tenotomie oder Tenodese der LBS durchgeführt, so ist die aktive Kontraktion des Bizepsmuskels, zum Beispiel durch Anheben eines schwereren Gegenstandes oder forcierte Supination, während der ersten sechs Wochen ebenfalls untersagt.

Das Hautnahtmaterial kann am 14. postoperativen Tag entfernt werden.

Standardmäßig wird der postoperative Verlauf regelmäßig durch einen Arzt überprüft.

1.6 Regenerationspotential

Mittels geeigneter Therapie und Beachtung der Richtlinien im Rahmen der physiotherapeutischen Behandlung lässt sich der ursprüngliche Funktionszustand der Schulter nach RM-Rupturen suffizient wiederherstellen. Jedoch zeigten Gladstone et al. 2007 [40], dass trotz suffizienter Rekonstruktion der Sehnen (SSP, ISP) und guten klinischen Ergebnissen die Degeneration des Muskels hinsichtlich Atrophie und fettiger Infiltration häufig keine Besserung zeigt.

Faktoren, die das Behandlungsergebnis stark beeinflussen können, sind sowohl im operativen (bspw. durch zu straffe Refixierung oder fehlerhafte Ankerpositionierung) wie im therapeutischen (bspw. durch zu frühe Mobilisation oder zu forcierte Physiotherapie) Bereich zu finden [48]. Unabhängig von diesen Einflüssen können patientenbezogene Risikofaktoren das strukturelle Behandlungsergebnis beeinflussen und müssen individuell bedacht werden. Im Falle von Patienten über 65 Jahren, Nikotinkonsum, Muskelverfettung über Grad 2 nach

Goutallier [41], statischer Dezentrierung, schlechter Sehnenqualität oder einer fortgeschrittenen Osteopenie im Humeruskopf ist ein erhöhtes Risiko für Re-Rupturen oder ausbleibende Ausheilung beschrieben [12, 39, 42, 48, 122]. Ebenfalls wird ein negativer Einfluss von präoperativ verabreichten Kortikoidinjektionen und postoperativer NSAR-Gabe diskutiert [24, 117, 127]. Allgemeine Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus oder rheumatoide Arthritis können weitere Risikofaktoren für das Behandlungsergebnis darstellen, müssen jedoch hinsichtlich ihres exakten Einflusses auf die Sehneneinheilung noch überprüft werden [48].

2 STUDIENZIEL

Ziel dieser Studie war es die Langzeitergebnisse nach operativer Rekonstruktion von isolierten Subscapularisrupturen unter klinischen und radiologischen Aspekten sowie anhand von quantitativen Kraftmessungen zu ermitteln. Der jeweilige Einfluss zuvor bestimmter Parameter auf die Resultate dieser Untersuchungen sollte überprüft werden, mit dem Ziel positive wie negative Prädiktoren beschreiben zu können.

In der Hypothese wurde angenommen, dass die Patienten langfristig von einer operativen Versorgung profitieren und die Resultate beider Operationstechniken (ASK / offen-chirurgisch) im Langzeit-Follow-Up vergleichbar sowie mit bereits erhobenen kurz- bzw. mittelfristigen Ergebnissen vereinbar sind.

3 MATERIAL UND METHODEN

Studienprotokoll

Um eine umfangreiche Erhebung der Langzeitergebnisse nach operativer Subscapularis-Rekonstruktion durchzuführen, muss eine möglichst große Stichprobe für diese Studie gewonnen werden. Die Erfüllung der Studienkriterien (s.u.) wird hierbei vorausgesetzt.

Teilnehmende Patienten erhalten einen anamnestischen Fragebogen und werden über den geplanten Verlauf aufgeklärt. Die Anamnese soll schließlich bei Vorstellung zur klinischen und radiologischen Untersuchung vertieft werden.

Einen Hauptbestandteil dieser Studie stellt die klinische Untersuchung dar, welche sowohl allgemeine Techniken der Schulterdiagnostik als auch SSC-spezifische Tests beinhaltet. In Zusammenschau mit den anamnestischen Informationen können standardisierte Scores für die jeweiligen Patienten ermittelt werden. Im Rahmen der Untersuchung findet eine Messung der Innenrotationskraft in verschiedenen Ausgangspositionen und mit unterschiedlichen Messinstrumenten statt.

Ein weiterer Fokus liegt auf der radiologischen Beurteilung des postoperativen Zustands des Subscapularismuskels. Hierzu werden MRT-Untersuchungen durchgeführt und ausgewertet. Eine Evaluation der prä-, intra- und postoperativen (nach kurzen bzw. mittleren Follow-Up-Zeiträumen) Befunde muss für die Einschätzung des OP-Ergebnisses miteinbezogen werden. Durch statistische Verfahren sollen schließlich Signifikanzen und Korrelationen der ermittelten Daten dargestellt werden.

3.1 Patienten

Rekrutierung

Im Zeitraum von 2000 bis 2009 wurden 73 Patienten mit einer isolierten Ruptur des M. Subscapularis in der sportorthopädischen Abteilung der Technischen Universität München (Klinikum rechts der Isar) operativ therapiert.

Bereits 2006 konnten in einer ersten Akquise 33 Patienten für die Erhebung der klinischen und radiologischen Kurzzeitergebnisse nach erfolgter Operation gewonnen werden. Hiervon erklärten sich 23 Teilnehmer (69,7 %) erneut bereit an der Weiterführung dieser Studie teilzunehmen. Aufgrund des langen Follow-Up Zeitraums (MW = 107,9 Mo) wurde ein Drop-Out (Lost-to-Follow-Up) von 30,3% (10 Patienten) verzeichnet. Es war nicht mehr möglich drei Patienten (9,1%) unter den angegebenen Kontaktdaten zu erreichen. In drei weiteren Fällen (9,1%) wurde das zwischenzeitliche Versterben des Patienten durch deren Angehörige übermittelt. Vier der früheren Studienteilnehmer (12,1%) sprachen sich aus persönlichen Gründen gegen eine erneute Teilnahme aus.

Zusätzlich zu der Stichprobe (N=23) der Vorgängerstudie konnten zwölf weitere Patienten, die zwischen 2000 und 2009 unter gleichen Voraussetzungen operativ versorgt wurden, für diese Erhebung der Langzeitergebnisse gewonnen werden.

Das untersuchte Kollektiv beläuft sich demnach auf 35 Patienten, die sich nach gründlicher Aufklärung über Ablauf, Risiken und Ziele (Studienprotokoll), schriftlich zur Teilnahme an dieser Studie bereiterklärten.

Aufgrund von klaustrophobischen Ängsten standen aus diesem Patientenpool neun Testpersonen (25,7%) nicht für MRT-Aufnahmen zum Follow-Up-Zeitpunkt zur Verfügung. Bei den verbleibenden 26 Studienteilnehmern (74,3%) erfolgte die radiologische Evaluation des OP-Ergebnisses laut Studienprotokoll.

Studienkriterien

Als Einschlusskriterien wurden das Vorliegen einer symptomatischen, intraoperativ als „komplett“ gesicherten, isolierten Ruptur der SSC-Sehne (Fox & Romeo: Typ II-IV [31]) sowie ein Mindest-Follow-Up von 60 Monaten vorausgesetzt.

Ausschlusskriterien waren neben einer Partialruptur der Sehne (Fox & Romeo: Typ I [31]), die Mitbeteiligung eines anderen Muskels der RM (z.B.: SSP, ISP) sowie eine präoperativ diagnostizierte fortgeschrittene Omarthrose (> Grad II nach Samilson & Prieto [105]). Des

Weiteren galt eine hochgradige fettige Degeneration des SSC-Muskels der betroffenen Schulter (> Grad III in Anlehnung an Fuchs bzw. Goutallier [32, 41]) ebenfalls als Grund, Patienten aus der Studie auszuschließen.

3.2 Analyse der Krankheitsgeschichte

Präoperative Diagnostik

Durch die Auswertung der dokumentierten, präoperativen Diagnostik konnten Informationen über den genauen Traumamechanismus, das symptomatische Intervall sowie die Ergebnisse der durchgeführten SSC-spezifischen, klinischen Tests (vgl. 3.4.2) gewonnen werden. Ergänzend wurden die Röntgen- und MRT-Befunde der betroffenen Schultern, unter Berücksichtigung der Studienkriterien, begutachtet.

Abgesehen von einer degenerativen Genese, konnte hierbei anamnestisch zwischen einem direkten Anpralltrauma, einer vorderen Schulterluxation sowie einem Retroversions-Abduktionstrauma als potentielle Verletzungsmechanismen differenziert werden.

Das symptomatische Intervall vom Zeitpunkt des Unfalls bzw. der Erstvorstellung mit charakteristischen Beschwerden bis zur erfolgten Operation war ein weiterer Schwerpunkt der evaluierten Daten dieser Studie.

Präoperativ wurde bei allen Patienten eine Standard Anterior-Posterior-, eine Y-View- sowie eine axiale Röntgenaufnahme der Schulter indiziert und durchgeführt. Anhand dieser fand der radiologische Ausschluss eines ossären Sehnenaurisses bzw. einer Fraktur im Bereich des Humeruskopfes, ebenso wie die Einstufung einer möglichen Omarthrose nach Samilson & Prieto [105], statt.

Weiterhin wurden die zur primären Diagnostik angefertigten MRT-Aufnahmen auf eine fettige Degeneration des SSC-Muskels in Anlehnung an die Einteilung von Fuchs und Goutallier [32, 41] begutachtet. (exakte Beschreibung der radiologischen Diagnostik; siehe 3.7.1)

Anhand der gewonnenen Ergebnisse erfolgte schließlich eine Einschätzung der Patienten laut den gegebenen Studienkriterien (s.o.).

Besondere Aufmerksamkeit galt außerdem der Auswertung der in den präoperativen, klinischen Untersuchungen durchgeführten, spezifischen SSC-Tests (vgl. 3.4.2).

Als Indikationen für eine operative Versorgung dienten, wie bereits unter 1.4 beschrieben, Symptome wie persistierende Schmerzen, Schwäche und/oder Funktionsverlust der betroffenen Schulter, wenn diese auf einer Ruptur der SSC-Sehne zurückzuführen waren.

Intraoperative Befunde

Die operativen Techniken zur Rekonstruktion der SSC-Sehne wurden bereits zuvor ausführlich beschrieben (vgl. 1.4). Die Durchführung aller Operationen erfolgte ausnahmslos durch die Ärzte der Abteilung für Sportorthopädie des Klinikums rechts der Isar unter der Leitung und Betreuung von Herrn Prof. Dr. Imhoff.

In 17 Fällen (48,6 %) wählte der Operateur eine rein arthroskopische Versorgung, eine offen-chirurgische Rekonstruktion nach vorheriger, obligatorischer, diagnostischer Arthroskopie kam bei 18 Patienten (51,4%) zum Einsatz. Die Indikationen und Durchführungen der jeweiligen OP-Techniken wurden zuvor bereits ausführlich beschrieben (1.4). Insbesondere begleitende HAGL-Läsionen und in der diagnostischen Arthroskopie nicht darstellbare, evtl. rupturierte, untere Sehnenabschnitte (bei ausgeprägten Typ 4 Läsionen nach Fox & Romeo [31]), waren Kriterien für eine offen-chirurgische SSC-Rekonstruktion.

Intraoperativ lag, neben der Refixierung der rupturierten Sehne, das besondere Augenmerk auf der Einstufung und Dokumentation der Rupturgröße und –lokalisierung laut Fox & Romeo [31], sowie auf der Beurteilung der Sehnenretraktion in Anlehnung an die Klassifikation nach Patte [88].

Weiter erfolgte eine Begutachtung und Versorgung der Begleitverletzungen, welche insbesondere die lange Bizepssehne (LBS) sowie die Gelenkflächen umfasste.

Nachbehandlung

Die unmittelbare Nachbehandlung gestaltete sich bei allen Patienten entsprechend dem angegebenen Schema (siehe 1.5).

3.3 Evaluation und Anamnese

Im Vorfeld der Untersuchung wurde ein Fragebogen verschickt, der bereits erste anamnestische Aspekte erfasste. Unter anderem lag hierbei der Fokus auf der subjektiven Einschätzung der aktuellen Schmerzen in der betroffenen Schulter, der persönlichen Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis, dem Verlauf der Rehabilitation inklusive der Rückkehr in den beruflichen bzw. sportlichen Alltag, der manuellen Dominanz, sowie auf der Erfassung des allgemeinen körperlichen Zustands. (siehe Anhang)

Diese Angaben wurden im Rahmen der klinischen und radiologischen Untersuchung objektiviert und verifiziert.

Die Einschätzung der aktuellen Schmerzen konnte auf einer Skala von 1-4 (1=keine, 2=milde, 3=mäßige, 4=starke) angegeben werden. Ab einer Intensität der Stärke 2, wurde näher nach Dauer und Ursache der angegebenen Schmerzen gefragt.

Ihre Zufriedenheit mit dem OP-Ergebnis konnten die Patienten ebenfalls auf einer Skala von 1-4 (1= sehr zufrieden, 2= zufrieden, 3= recht zufrieden, 4= unzufrieden) einordnen.

Der allgemeine körperliche Zustand wurde durch die Errechnung des BMI mit Körpergröße und -gewicht bestimmt.

$$\text{BMI} = \text{Körpergewicht (kg)} / \text{Körpergröße (m)}^2$$

Die Einteilung in unter-, normal- oder übergewichtig erfolgte wie folgt (entsprechend der deutschen Gesellschaft für Adipositas):

- BMI < 18,5 Untergewicht
- BMI 18,5 – 24,9 Normalgewicht
- BMI 25 – 29,9 kg/m² Übergewicht
- BMI 30 – 34,9 kg/m² Adipositas Grad I
- BMI 35 – 39,9 kg/m² Adipositas Grad II
- BMI ≥ 40 kg/m² Adipositas Grad III

Bei der Vorstellung zur klinischen Untersuchung bestand schließlich die Möglichkeit, auf offene Fragen aus dem Anamnesebogen und weitere Themen näher einzugehen. Hierbei konnten Informationen über die beruflich bedingte Beanspruchung sowie den postoperativen und aktuellen Krankheitsverlauf gewonnen werden. Insbesondere waren weitere Traumata der betroffenen Schulter im Zeitraum zwischen OP und Untersuchung für diese Studie von Bedeutung. Die Reha-Dauer, inklusive Return-to-Sport, sowie die postoperativ und aktuell durchgeführten physiotherapeutischen Behandlungen waren ebenfalls anamnestische Schwerpunkte.

3.4 Klinische Untersuchung

Um eine hohe Reliabilität zu gewährleisten, erfolgte die Durchführung jeder klinischen Untersuchung durch den gleichen Mitarbeiter dieser Studie (C.V.). Ebenfalls aus diesem Grund wurden alle Tests in festgelegter Reihenfolge, beginnend mit der gesunden Schulter, durchgeführt.

Die Patienten befanden sich während der gesamten Untersuchung in einer stehenden Körperposition.

3.4.1 Allgemeine Untersuchungstechnik der Schulter

Bei Inspektion und Palpation der Schultern im Seitenvergleich lag der Schwerpunkt auf dem Auffinden von möglichen Muskelatrophien, Schonhaltungen sowie Schmerzpunkten. Auch eine Begutachtung von Haut- bzw. Narbenverhältnissen und der Symmetrie der Schulterkonturen waren Bestandteil der ersten Untersuchungsschritte.

Die Überprüfung der aktiven und passiven Beweglichkeit (Range-of-Motion = ROM) erfolgte am stehenden Patienten laut Neutral-Null-Methode. Aus der Grundposition, mit herabhängenden Armen und nach vorne zeigenden Daumen, wurden die jeweils mögliche glenohumerale Abduktion, Anteversion und Retroversion mit Hilfe eines Winkelmessers bestimmt. Um eine Mitbewegung der Scapula bei Überprüfung der gleno-humeralen Beweglichkeit zu verhindern, wird diese vom Untersucher C-förmig, im sog. Codman-Handgriff [21] umschlossen und somit fixiert.

Für die Beweglichkeit in Außenrotationsrichtung wurde in zwei Testpositionen gemessen. Zunächst mit 90° flektiertem Ellenbogen und am Körper angelegten Oberarm, dann bei gleichbleibender Unterarmstellung in 90° Abduktion. Die Ausgangshaltung in Abduktionsstellung diente ebenfalls zur Bestimmung der Innenrotationsfähigkeit.

Alle ROM-Messwerte wurden vorerst bei aktiver Patientenbewegung und anschließend bei passiver Gelenkführung ermittelt.

Um die aktive Innenrotation und somit auch die Subscapularisfunktion besser einschätzen zu können, diente die Höhe der am Rücken nach kranial geführten Hand als Maß. Hierbei galten folgende Bezugspunkte:

Höhe der am Rücken geführten Hand:	Korrelierender Wirbelkörper/Höhe Daumen:
Handrücken auf seitl. Oberschenkel	Oberschenkel lateral
Handrücken auf Gesäß	S 1
Handrücken auf Steißbein	LWK 4
Handrücken auf Gürtellinie	LWK 1
Daumen auf Höhe der Verbindungslinie der Scapulaspitzen	Th 7
Handrücken zwischen den Scapulae	Th 5

Tab. 5: Evaluation der Beweglichkeit in Innenrotationsrichtung anhand der am Rücken nach kranial geführten Hand.

Die Normwerte für den Bewegungsumfang des Schultergelenks wurden bereits unter 1.1 dargestellt.

Ziel dieser Studie war es auch mögliche Einschränkungen der operierten Seite im Vergleich zur Gesunden aufzuzeigen.

3.4.2 Spezifische Untersuchung des Subscapularis Muskels

Aufgrund seiner charakteristischen Funktion als Innenrotator im Schultergelenk (vgl. 1.1) ist es möglich anhand von spezifischen Tests die Integrität und Suffizienz des M. Subscapularis zu überprüfen. Hierzu dienen insbesondere der Lift-Off-, Belly-Press- und Bear-Hug-Test [5, 36, 38]. Diese ermöglichen die nahezu isolierte Kraftentwicklung des SSC-Muskels größtenteils unabhängig von anderen Rotatoren (SSP, ISP) zu beurteilen. [19, 118]

Lift-Off-Test

Der Patient führt den innenrotierten Arm auf Höhe des Steißbeins hinter den Rücken. Ähnlich zum Schürzengriff hat der Handrücken in der Ausgangsposition Kontakt zum Rumpf. Nun versucht der Patient den Arm gegen leichten Widerstand nach dorsal, vom Steißbein weg, zu

drücken (Abb. 8). Ist dies nicht möglich und der Arm verharrt in der Ausgangsposition, gilt der Test als „positiv“. [36]

Da vorwiegend die kaudalen Muskelanteile überprüft werden, dient der Test vor allem zur Diagnosestellung bei ausgeprägten Rupturen entsprechend Fox & Romeo Typ 3 und 4 [118]. Burkhard et al. zeigten jedoch, dass insbesondere in der akuten Verletzungssituation der Lift-Off-Test häufig schmerzbedingt nicht durchgeführt werden kann [16].

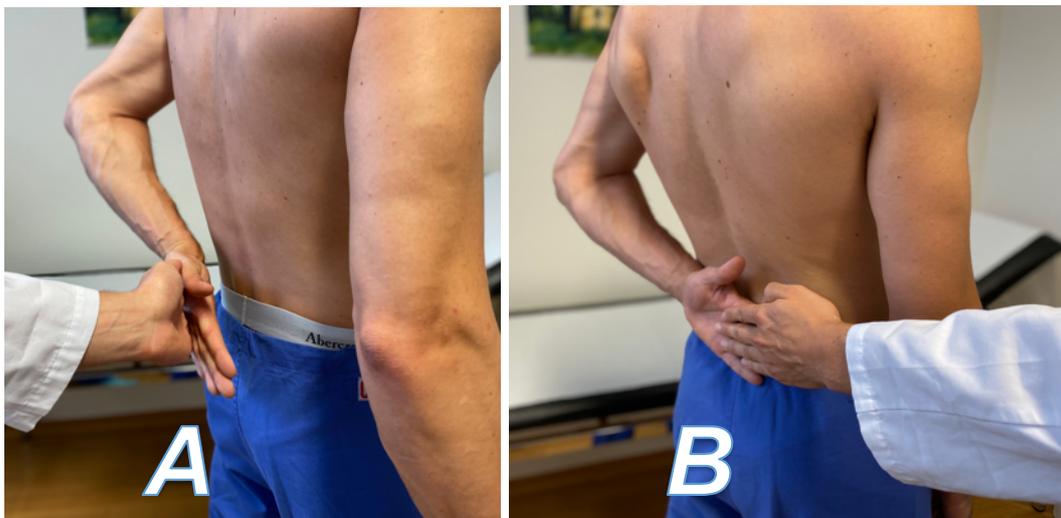


Abb. 8: **A)** „negatives“ Testergebnis, die nach dorsal geführte Hand kann gegen den Widerstand des Untersuchers vom Steißbein abgehoben werden
B) „positives“ Testergebnis, die Hand verharrt bei insuffizienter Innenrotationskraft am Rumpf

Belly-Press-Test

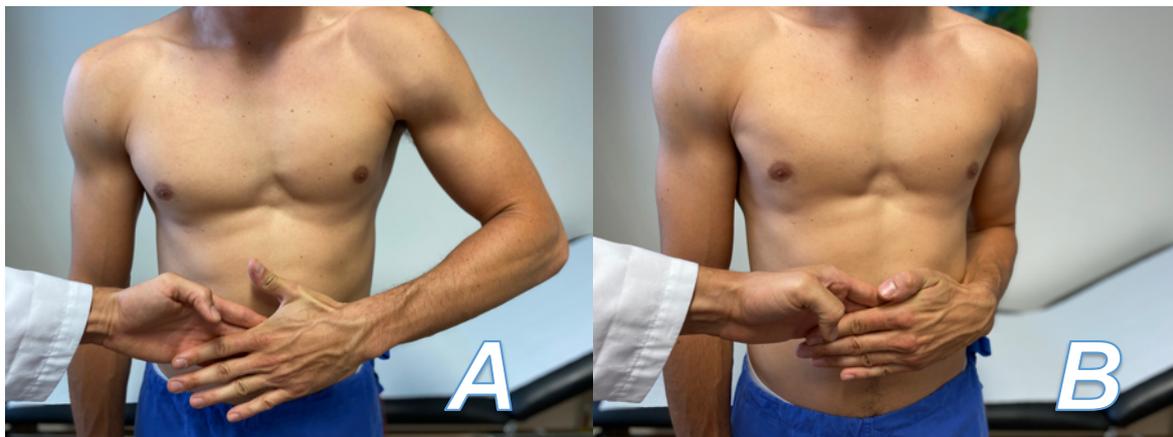
Ist es aufgrund einer Einschränkung der passiven Innenrotation dem Patienten nicht möglich die Ausgangsposition des Lift-Off-Tests einzunehmen, dient der Belly-Press-Test als suffiziente Alternative, um die Integrität des Subscapularis Muskels zu beurteilen.

Für die Durchführung legt der Patient, bei in ca. 90° flektiertem Ellenbogen, seine Handfläche auf Höhe des Bauchnabels an den Rumpf an. Besondere Beachtung muss der Stellung des Handgelenks gelten, welches während der gesamten Zeit in Null-Stellung verweilen sollte und somit eine Linie mit dem Ellenbogen bildet. Diese Anteversion-Innenrotations-Stellung der Schulter ist die Ausgangsposition für den Belly-Press-Test.

Der Patient versucht, bei weiterhin gerade gehaltenem Handgelenk, die Handfläche mit voller Kraft auf seinen Bauch zu drücken.

Ist eine Kraftentwicklung möglich ohne die Position des Ellenbogens und des Handgelenks zu verändern, spricht dies für eine suffiziente Funktion des Subscapularis Muskels und somit für ein negatives Testergebnis. Bei einer Schwäche oder Ruptur der SSC-Sehne ist die Ausführung dieser Bewegung nur unter Zuhilfenahme des M. latissimus dorsi und des M. teres major möglich. Dies spiegelt sich in einer Kraftlosigkeit in der Ausgangsposition und einer Flexion des Handgelenks sowie Adduktion und Retroversion der Schulter beim Versuch den Test durchzuführen, wieder. In diesem Falle gilt der Belly-Press-Test als „positiv“. [38]

Dieser spezifische Test eignet sich, im Gegensatz zum oben beschriebenen Lift-Off-Test vorwiegend, um kleinere, kraniale Rupturen (Fox & Romeo Typ 2 und 3 [31]) suffizient zu identifizieren [16, 118].



*Abb. 9: A) „Negatives“ Testergebnis, eine Kraftentwicklung ist bei in Position verbleibendem Handgelenk (Null-Stellung) möglich;
B) „Positives“ Testergebnis, die Kraftentwicklung in IRO-Richtung kann nur unter Flexion des Handgelenks und Einsatz der synergistischen Muskulatur erfolgen*

Bear-Hug-Test

Als weiterer Bestandteil der klinischen Beurteilung der Subscapularisintegrität wurde der Bear-Hug-Test verwendet.

Hierzu legt der Patient die flache Hand auf die gegenüberliegende Schulter und hält den zu testenden Arm bei ca. 45° Anteversion in dieser innenrotierten Position, sodass sich der

Ellenbogen mit etwas Abstand mittig vor dem Körper befindet. Diese Ausgangsposition soll während des gesamten Tests beibehalten werden.

Der Untersucher übt nun, ausgehend von der Handfläche des Patienten, Kraft auf den Arm in Außenrotationsrichtung gegen dessen maximal möglichen Widerstand aus. Gelingt es die Ausgangsposition beizubehalten und wird im Seitenvergleich ein nahezu gleich großes Kraftverhältnis festgestellt, gilt der Test als „negativ“.

Kann der Arm des Patienten vom Untersucher ohne weiteres von der Schulter wegbewegt und nach außen rotiert werden, oder besteht ein Kraftunterschied von über 20% zur Gegenseite so wird ein „positives“ Ergebnis protokolliert. [5]



Abb. 10: Ausgangsposition des Bear-Hug-Tests, der Patient versucht gegen die Kraft des Untersuchers diese beizubehalten. Ist dies nicht möglich oder besteht ein Kraftunterschied von >20% im Vergleich zur Gegenseite, gilt der Test als „positiv“.

Alle drei Tests versuchen eine mögliche Innenrotationsschwäche der betroffenen Schulter und somit eine Insuffizienz des SSC-Muskels aufzudecken. Durch elektromyographische Versuche wurde in vorangehenden Studien [19, 44, 90, 118] gezeigt, dass es bei Ausführung der jeweiligen Bewegung nahezu ausschließlich zu einer Kontraktion des Subscapularismuskels kommt. Diese Ergebnisse zeigten auch, dass die Einflüsse der restlichen Muskeln der Rotatorenmanschette [118] sowie des M. pectoralis major und des M. latissimus dorsi [19] hierbei vernachlässigbar gering sind. Tokish et al. [118] bewiesen, dass

kraniale Muskelanteile vor allem im Belly-Press-, hingegen kaudale Anteile im Lift-Off-Test überprüft werden.

Im Falle des Bear-Hug-Tests zeigte sich eine vermehrte Ansteuerung des kranialen SSC bei 45° Anteversionsposition, im Gegensatz zur Mehrbeanspruchung des kaudalen Muskelanteils bei 90° Anteversionsposition (letzte Variante wurde im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt) [19].

Trotz ihrer Spezifität können die einzelnen Tests durch Zuhilfenahme von synergistisch wirkenden Muskeln „falsch negativ“ ausfallen und eine Ruptur der SSC-Sehne verschleiern. Insbesondere für den Lift-Off-Test konnten Stefko et al. [110] zeigen, dass auch ohne suffizienten M. subscapularis ein negatives Ergebnis erzielt werden kann.

Die Kombination dieser 3 spezifischen Tests weist eine Sensitivität von über 80% auf [30].

Zusätzlich kann sich bei SSC-Rupturen charakteristisch eine vermehrte, passive Außenrotation in der betroffenen Schulter zeigen. [36]

3.4.3 Erweiterte Untersuchungstechniken der Schulter

Um die Integrität der operierten Schultern klinisch noch besser einschätzen zu können, wurden im Rahmen der körperlichen Untersuchung weitere, etablierte, diagnostische Tests durchgeführt. [48]

Hierbei kamen folgende Techniken zur Beurteilung von Funktion, Integrität und Stabilität zum Einsatz.

Zusammenfassung

Rotatorenmanschettenfunktion:	<ul style="list-style-type: none">- 90°-Supraspinatus-Test nach Jobe- 0°-Abduktions-Test -> SSP (Starter-Test)- Außenrotations-Lag-Sign (ARLS) -> ISP, (M. teres minor)- Hornblower-Sign -> ISP, M. teres minor
Integrität der langen Bizepssehne:	<ul style="list-style-type: none">- Yergason-Test- Palm-up-Test- O'Brien-Test
Impingement-Zeichen:	<ul style="list-style-type: none">- Painful-Arc- Hawkins-Zeichen
Gelenkinstabilität und -laxität:	<ul style="list-style-type: none">- Schubladen-Test- Sulcus-Sign- Apprehension-Test

Tab. 6.: Übersicht über die im Rahmen der Nachuntersuchung ergänzend durchgeführten klinischen Tests

Rotatorenmanschettenfunktion

90°-Supraspinatus-Test nach Jobe [61]

Durch dieses Verfahren wird die Haltefunktion der Supraspinatussehne überprüft. Der Patient versucht seine gestreckten Arme in 90° Abduktion und 30° Horizontalflexion, sowie Innenrotation, d.h. die Daumen zeigen bodenwärts, in Position zu halten, während der Untersucher von kranial Druck auf die Unterarme ausübt. In dieser Ausführung werden vor allem die dorsalen Anteile des SSP beansprucht. Hält der Patient die Arme bei gleichen Voraussetzungen in Außenrotation, so lässt sich ebenfalls die ventrale Muskelfunktion beurteilen. Kann diese Position im Seitenvergleich schlechter bzw. nicht gehalten werden, wird

der Test als „positiv“ eingestuft. Ist das Aufrechterhalten der Ausgangsstellung allein gegen die Schwerkraft nicht möglich, spricht man von einem positiven „Droparm-Zeichen“. [48]

Ein positiver Jobe-Test deutet häufig auf eine Pathologie der SSP-Sehne hin.

0°-Abduktions-Test

Auch „Starter-Test“ genannt, überprüft dieses Verfahren ebenfalls die Funktion des SSP sowie zu geringerem Anteil des M. deltoideus. Der Patient versucht seine locker am Körper herabhängenden Arme gegen den Widerstand des Untersuchers zu abduzieren. Treten hierbei Schmerzen auf oder lässt sich im Seitenvergleich eine Schwäche bzw. ein kompletter Funktionsverlust feststellen, kann dies auf eine Schädigung der beiden Muskeln, insbesondere des SSP, hinweisen. Die Spezifität dieses Tests ist allerdings sehr gering. [48]

Außenrotations-Lag-Sign (ARLS)

Allgemein sind Lag-Zeichen immer dann positiv, wenn die passive Bewegungsamplitude auffallend größer ist als die aktive [56].

Um das Außenrotations-Lag-Sign in Adduktion zu überprüfen, wird der leicht abduzierte, im Ellenbogen 90° flektierte Arm, passiv maximal nach außen rotiert. Hierzu fixiert der Untersucher Ober- und Unterarm. Bei Erreichen der Endposition wird die den Arm in dieser Position haltende Hand weggenommen. Kann der Patient durch die Muskelkraft der Außenrotatoren diese Gelenkstellung aufrechterhalten, so gilt der Test als „negativ“. Kommt es allerdings zu einem spontanen Zurückweichen des Arms körperwärts in eine weiter innenrotierte Position, wird ein positives Ergebnis vermerkt. Dies wiederum lässt auf einen Funktionsverlust der ISP-Sehne schließen und wird als „Dropping-Zeichen“ beschrieben.

Der ARLS-Test weist bei der klinischen Untersuchung hinsichtlich einer ISP-Läsion eine hohe Spezifität auf. [48, 56]

Hornblower-Sign

Kommt es zu einer Ruptur der Sehnen von ISP und M. teres minor, kann in der betroffenen Schulter keine suffiziente Außenrotation mehr durchgeführt werden. Fordert man nun den Patienten auf seine Hand zum Mund zu führen, muss dieser zur Durchführung seinen Ellenbogen höher heben als die Hand. In diesem Fall gilt das Hornblower-Sign als „positiv“. In einer alternativen Ausführung kann der Untersucher den Arm in einer 90°-Abduktionsstellung unterstützen und der Patient wird im Anschluss gebeten, aus dieser Ausgangsstellung eine Außenrotationsbewegung durchzuführen. Ist diese „hohe Außenrotationsbewegung“ nicht möglich, muss insbesondere von einer Insuffizienz des M. teres minor ausgegangen werden. [10, 48, 124]

Untersuchung der langen Bizepssehne

Yergason-Test

Bei 90° flektiertem Ellenbogen und angelegtem Oberarm wird der Patient aufgefordert eine Supinationsbewegung gegen den Widerstand des Untersuchers durchzuführen. Hierbei kommt es zur Anspannung der LBS. Treten bei Durchführung des Tests Schmerzen im Sulcus bicipitalis auf, wird er als „positiv“ gewertet. Diese Provokationsschmerzen können durch Palpation der Sehne noch verstärkt werden und weisen auf eine Läsion der LBS selbst bzw. ihrer Sehnenscheide oder ligamentären Verankerung hin. [48, 130]

Palm-Up-Test

Eine weitere Methode, um eine Bizepssehnenbeteiligung im Rahmen von Schulterverletzungen zu diagnostizieren, bietet der Palm-Up-Test. Hierzu hält der sitzende oder stehende Patient seinen im Ellenbogen gestreckten, nach außen rotierten Arm in 90° Abduktion und ca. 30° Horizontalflexion. Wie der Name des Tests beschreibt, zeigt somit die Handfläche in Ausgangsposition nach oben. Der Patient versucht diese Stellung beizubehalten, während der Untersucher leichten Druck auf den Arm von kranial ausübt.

Kommt es aufgrund dieser Druck-Gegendruck-Situation zu Schmerzen in der betroffenen Schulter, kann von einer Läsion im Verlauf der Bizepssehne ausgegangen werden und ein positives Testergebnis vermerkt werden.

Dies kann weiter auch einen Hinweis auf eine SLAP-Läsion (Superiores Labrum Anterior-Posterior) liefern. [48]

O'Brien-Test

Um die Integrität des Bizepssehnenankers zu beurteilen oder Begleitverletzungen wie SLAP-Läsionen zu identifizieren, wurde im Rahmen dieser Studie der O'Brien-Test durchgeführt.

Der Patient hält seinen Arm in 90° Flexion und adduziert diesen noch um weitere 10-15° in der Horizontalebene. Zusätzlich führt er eine maximale Innenrotation durch, sodass der Daumen in Richtung Boden zeigt. Kommt es auf Druck des Untersuchers von kranial zu Schmerzen in der Schulter, die sich bei erneuter Durchführung mit aufgehobener Innenrotation (Daumen nach oben) verringern, gilt der Test als „positiv“. In diesem Falle spricht das Ergebnis für eine SLAP-Läsion.

Ein positiver O'Brien-Test kann allerdings auch durch AC-Gelenkbeschwerden ausgelöst werden. [48, 86]

Impingement-Zeichen

Painful Arc

Im Rahmen des Impingement-Syndroms kommt es bei aktiver Abduktion zu Schmerzen zwischen 60° und 120°. Die passive Bewegung hingegen ist häufig schmerzfrei. Insbesondere das langsame Absenken des Arms innerhalb dieses Bewegungsradius bereitet oftmals Probleme. Bei Durchlaufen dieser Amplitude wird Druck auf die subacromialen Strukturen ausgeübt. Sind diese bereits vorgeschädigt, kommt es zum Schmerzeintritt. Hauptsächlich betroffen sind hiervon die Bursa subacromialis sowie die SSP-Sehne.

Treten die Schmerzen erst zwischen 120°-170° aktiver Abduktion auf, spricht dies eher für eine Schädigung des AC-Gelenks, beispielsweise durch Arthrose.

Allerdings weist dieser Test eine geringe Spezifität auf und fällt auch bei vielen anderen Krankheitsbildern der Schulter positiv aus. [48]

Hawkins-(Kennedy-)Zeichen

Um Impingementbeschwerden zu provozieren, wird der Arm des Patienten in mittlerer Flexionsstellung (90° Flexion in Schulter und Ellenbogen) durch den Untersucher forciert nach innen rotiert. Treten hierbei Schmerzen auf, gilt der Hawkins-Test als „positiv“. Durch die Innenrotation-Flexions-Bewegung können die charakteristischen Beschwerden durch das Anstoßen bzw. Einklemmen der lädierten Strukturen (vorwiegend SSP-Sehne) zwischen dem Tuberculum majus und dem Lig. coracoacromiale sowie dem Proc. coracoideus provoziert werden. [48, 53]

Beurteilung der Gelenklaxität bzw. -instabilität

Um die Schulterlaxität beurteilen zu können, sollten alle Tests und Untersuchungen bei möglichst entspanntem Muskelzustand durchgeführt werden. [48]

Schubladen-Test

Ziel dieser Technik ist es die Translation des Humeruskopfes im Verhältnis zur Gelenkpfanne zu ermitteln. Zur Durchführung der Untersuchungsmethode lässt der Patient seine Schultern bei vollkommener muskulärer Entspannung neben dem Körper herabhängen. Der Untersucher umfasst das Schulterblatt C-förmig mit einer Hand, dorsal an der Spina scapulae bzw. ventral am Proc. coracoideus. Die andere Hand zentriert den Oberarmkopf in der Fossa glenoidalis. Dieser wird nun soweit wie möglich vom Untersucher nach vorne geschoben um das Ausmaß der vorderen Schublade zu testen. Analog erfolgt die Beurteilung der hinteren

Schublade indem der Oberarmkopf aus zentrierter Position so weit wie möglich nach dorsal bewegt wird.

Die Beurteilung der Stabilität des Gelenks wird im Seitenvergleich vorgenommen. Auffällig wäre in diesem Falle eine erhöhte Translation des Humeruskopfes in vorderer bzw. hinterer Schublade, die sich auf der Gegenseite nicht bestätigen lässt. [48]

Sulcus-Sign

Dieses Verfahren dient der Überprüfung der „unteren Schublade“, sprich einer Laxität des Schultergelenks nach kaudal. Der Patient lässt seine Arme hierzu entspannt herabhängen. Knapp oberhalb des Ellenbogengelenks umgreift der Untersucher den Oberarm und übt Zug entlang der Humerusachse nach unten aus. Im Falle eines positiven Testergebnisses führt dies zur Subluxation des Oberarmkopfes und es entsteht eine Rinne unterhalb des Acromions, deren Tiefe mit den Fingern ertastet werden kann und in cm geschätzt wird.

Ob es sich hierbei um eine allgemeine Laxität oder eine erworbene Instabilität handelt, zeigt der Seitenvergleich. [48]

Apprehension-Zeichen

Bei diesem speziellen Verfahren wird der Pathomechanismus der vorderen unteren Schulterluxation dynamisch nachempfunden und somit die Instabilität in dieser Bewegungsrichtung beurteilt. Der Oberarm des Patienten wird mit einer Hand in 60° bzw. 90° Abduktion und Außenrotation gebracht. Die andere Hand fixiert währenddessen die Scapula und übt Druck von hinten oben auf den proximalen Humerus aus. Diese dynamische Untersuchung muss sehr vorsichtig durchgeführt werden, da sie für den Patienten häufig sehr unangenehm ist und eine Luxation/Subluxation sowie Schmerzen provozieren kann. Während der Durchführung achtet der Untersucher deshalb genau auf den hervorgerufenen Gesichtsausdruck und die Reaktion. Spannt die Muskulatur des Patienten unwillkürlich gegen diese Bewegung um eine Luxation des Gelenks zu vermeiden oder kommt es zu einem

starken Instabilitätsgefühl, wird das Apprehension-Zeichen als „positiv“ gewertet. Schmerzen allein reichen nicht aus, um das Testergebnis zu beeinflussen.

Für die vorliegende Studie wurde am stehenden Patienten und in 90° Abduktion getestet. Hierbei werden vor allem die Ligg. glenohumerale medius und inferius überprüft. [48, 102]

3.5 Klinische Scores

Im Laufe der Zeit wurden diverse standardisierte Schulter-Scores entwickelt, um die klinische Funktion dezidiert beschreiben und vergleichen zu können. Diese Bewertungsmethoden waren unter anderem ein wichtiger Bestandteil der vorliegenden Studie. Im Vorfeld fiel die Entscheidung, für jeden Patienten 4 klinisch relevante Scores zur Evaluation des Schulterzustands zu erheben.

- Age- and Gender-Related Constant-Murley Score nach Gerber [37]
- American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form (ASES)
- Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH-G)
- Simple Shoulder Test (SST)

Um den Zeitaufwand für die Studienteilnehmer zu minimieren, konnte bereits ein Großteil der benötigten Daten über den zuvor verschickten Fragebogen erhoben werden. Dieser wurde schließlich gemeinsam mit dem Patienten besprochen und vervollständigt.

Age- and Gender-Related Constant Score [25]

Constant und Murley entwickelten diesen Schulter-score ursprünglich 1987, um den Zustand des Schultergelenks nach Verletzung im Hinblick auf Funktion und Beweglichkeit zu beurteilen. Hierzu werden in vier Kategorien Punkte vergeben, die eine Gesamtsumme von maximal 100 ergeben. Die einzelnen Teilbereiche setzen sich sowohl aus subjektiven

Einschätzungen der Patienten als auch aus objektiv messbaren Komponenten zusammen und werden unterschiedlich stark gewichtet (s.u.). In der Auswertung entspricht eine hohe Gesamtpunktzahl einem guten funktionellen Zustand der Schulter.

Das erste Testgebiet umfasst die subjektive Einschätzung der aktuellen Schmerzen in der betroffenen Schulter. Der Patient wird hierzu aufgefordert aus einem Bereich von 15 möglichen Intensitäten zu wählen. Orientierungspunkte können hierbei „15=keine“, „10=milde“, „5=mäßige“ bzw. „1=sehr starke“ Schmerzen sein.

Eine weitere Kategorie beurteilt die Durchführung von Alltagsaktivitäten. Auch hier gibt der Patient laut seiner subjektiven Einschätzung an, in wie weit die Schulterverletzung ihn in Arbeitsfähigkeit, Sport und Freizeit, Schlaf sowie bei Aktivitäten des täglichen Lebens einschränkt.

Beide Teilbereiche dieser subjektiven Einschätzung umfassen zusammen 35% der Gesamtpunktzahl. Im Bereich „Schmerzen“ können maximal 15 Punkte und im Bereich „Alltagsaktivitäten“ bis zu 20 Punkte vergeben werden. Grundsätzlich gilt, je höher die angegebene Punktzahl, desto geringer ist die Schmerzintensität und desto problemloser sind Alltagsaktivitäten durchführbar.

Die restlichen 65 % der in die Wertung einfließenden Daten werden somit durch eine objektive Beurteilung der Schulter gewonnen. Wieder werden zwei Teilbereiche unterschieden. Zunächst misst der Untersucher die Beweglichkeit sowohl in Flexion/Anteversion und Abduktion als auch in Innen- und Außenrotation. Schließlich erfolgt eine isometrische Abduktions-Kraftmessung in 90° Abduktions- und 30° Horizontalflexionsstellung. Hierfür kam in der vorliegenden Studie ein ISOBEX-Dynamometer (Cursor AG, Bern, Schweiz) zum Einsatz [37].

Die objektive Beurteilung umfasst maximal 40 Punkte im Teilbereich „Beweglichkeit“ sowie 25 Punkte in der Kategorie „Kraft“.

Die exakte Aufteilung der Punktevergabe kann dem Anhang entnommen werden.

Das Gesamtergebnis setzt sich aus der Addition der 4 Teilbereiche zusammen und wird schließlich als Prozentsatz der maximal möglichen Punktzahl angegeben.

Anhand dieser wird der funktionelle Zustand der Schulter wie folgt laut Boehm et al. beurteilt [11]:

100 – 91 %	Ausgezeichnet
90 – 81 %	Gut
80 – 71 %	Befriedigend
70 – 61 %	Ausreichend
< 60 %	Schlecht

Tab. 7: Auswertungs-/Beurteilungstabelle des „AGRCS“ nach Boehm et al. [11]

Durch die Weiterentwicklung des Scores von Gerber et al. 1992 konnte mittels der beschriebenen ISOBEX-Kraftmessung die Schulterfunktion noch besser quantifiziert werden [37].

Da ein alters- und geschlechtsunabhängiger Vergleich der Ergebnisse nahezu unmöglich ist, entwickelten Boehm et al. 1997 eine diesbezüglich adaptierte Gewichtung. Insbesondere die stark variierenden, durchschnittlichen Kraftverhältnisse gaben hierfür den Ausschlag. [11]

Der alters- und geschlechtsadaptierte Constant-Murley-Score [11, 37] vergleicht die durch den Patienten erreichte Gesamtpunktzahl mit standardisierten Durchschnittswerten (siehe Tab. 8). Für die Beurteilung der Funktion, wird der sich daraus erschließende prozentuale Wert laut dem ursprünglichen Schema (Tab. 7) eingestuft.

Das jeweilige Score-Ergebnis diene dieser Studie als Parameter der klinischen Einschätzung des Operationsresultats.

Alter	Frauen	Männer
20 - 30	97	98
31 - 40	90	93
41 - 50	80	92
51 - 60	73	90
61 - 70	70	83
71 - 80	69	75
81 - 90	64	66
91 - 100	52	56

Tab. 8: Übersicht der „Durchschnittssollwerte“ des Age- and gender-related Constant Score

American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form (ASES) [99]

Ursprünglich besteht diese Methode der standardisierten Begutachtung der Schulter aus zwei Teilen. Einerseits aus einem anamnestischen Fragebogen, in dem der Patient den Zustand seines Gelenkes evaluiert. Andererseits aus einer klinischen Untersuchung in vorgeschriebenem Ausmaß durch einen Arzt. Der Untersucher ermittelt die Beweglichkeit, führt spezifische Funktionstests durch, die beispielsweise auf ein Impingement oder eine RM-Verletzung hindeuten können, und testet die Kraft sowie die Stabilität der Schulter in verschiedenen Bewegungsrichtungen. [99]

Da eine ausführliche klinische Untersuchung bereits einen der Kernaspekte dieser Studie ausmacht, beschränkte sich die Erhebung dieses Scores ausschließlich auf die ermittelten Daten aus der Patientenevaluation. Deren alleinige Reliabilität, Validität und Reagibilität wurde von Michener et al. [79] belegt.

Im Rahmen der Selbstauskunft erfragt das ASES-Formblatt Informationen über Schmerzen, Stabilität bzw. Instabilität, sowie Beschwerden bei der Durchführung von definierten Alltagsaktivitäten. Der Patient wird aufgefordert, seine Schmerzpunkte auf einem Schaubild zu lokalisieren und Angaben zu seinem täglichen Bedarf an Medikamenten zu machen. Hierbei wird zwischen NSAR- und Opioid-Einnahme zur Kontrolle der Schmerzen unterschieden. Weiter soll auf zwei visuellen Analogskalen das Schmerzniveau bzw. das Instabilitätsgefühl (1=kein/e bis 10=sehr starke/s) quantitativ charakterisiert werden.

Auch die Ausführung verschiedener Alltagsbewegungen wird vom Patienten eingeschätzt. Für die Erfassung der auftretenden Beschwerden können jeweils Punkte auf einer Vierer-Skala vergeben werden (0=nicht möglich; 1=große Schwierigkeiten; 2=geringe Schwierigkeiten; 3=keine Schwierigkeiten).

Im Rahmen des ASES-Scores werden zehn verschiedene alltägliche Bewegungsmuster abgefragt, die im Seitenvergleich mit Fokus auf eine Limitierung durch die Schulter eingestuft werden. Der detaillierte Aufbau des Fragebogens kann dem Anhang entnommen werden.

Die Auswertung dieser Selbstauskunft liefert dem behandelnden Arzt somit bereits wichtige anamnestische Informationen. Für die Berechnung des Gesamtscores wird der angegebene Wert der Schmerzskala und die Gesamtpunktzahl aus den Alltagsaktivitäten (ADL-Score) der betroffenen Schulter verwendet. Diese Angaben werden schließlich anhand folgender Formel verrechnet [99]:

$$[(10 - \text{Schmerzskala}) \times 5] + (5 \times \text{ADL-Score}/3) = \text{ASES-Score}$$

Der ASES-Score lässt somit eine Maximalpunktzahl von 100 Punkten zu. Ein Ergebnis, das nahe an dieser Obergrenze liegt, korreliert mit einem sehr guten Funktionszustand der Schulter. Weiter dient der Score dem objektiven und standardisierten Vergleich des funktionellen Schulterzustands verschiedener Patienten.

Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH-G)

Für diesen Score schätzen Patienten ihre Fähigkeit ein, bestimmte Tätigkeiten ausführen zu können. Der Fokus liegt hierbei auf der gesamten oberen Extremität, und nicht ausschließlich auf der Funktion der Schulter. Der ursprüngliche Katalog umfasste nach Expertenmeinung 78 Fragen zu Symptomen und Funktionalität und integriert sowohl physische, soziale als auch psychische Aspekte [57]. Dieser wurde nach erster klinischer Anwendung gekürzt und beinhaltet nun 30 Fragestellungen, die den gesundheitlichen Zustand, im Rahmen der oben genannten Kategorien betreffen. Als Referenzzeitraum ist hierbei die vergangene Woche definiert. [109]

Zusätzlich wird in dieser Studie ein optionales Modul angewendet, welches Freizeitaktivitäten wie Sport und Musik in vier Fragen behandelt. (siehe Anhang)

Für die Durchführung des Tests stehen der Testperson jeweils fünfstufige Bewertungsskalen zur Verfügung, wobei sich die möglichen Antworten nach der Art der Fragestellung richten. In den ersten 21 Fragen beurteilt der Patient die Fähigkeit, eine bestimmte Tätigkeit auszuführen (1=keine Schwierigkeiten bis 5=nicht durchführbar). Soziale Aspekte sowie Schlaf (1=keine Schwierigkeiten bis 5=kein Schlaf möglich) und psychische Beeinträchtigungen (1=traf nie auf mich zu, bis 5=traf immer auf mich zu) werden in 4 Punkten abgedeckt. Auf physische Aspekte, wie Schmerzen, Zittern oder Steifheit der Extremität zielen weitere 5 Fragen ab (1=keine, 2=geringe, 3=mäßige, 4=starke, 5=extreme).

Die durch den Patienten vergebenen Werte werden schließlich zu einer Gesamtpunktzahl addiert. Der Disability-Score wird daraufhin laut folgender Formel berechnet [18]:

$$\text{DASH-Score} = (\text{Gesamtpunktzahl}/n - 1) \times 25$$

n = Anzahl der beantworteten Fragen (min. 27)

Ein funktionell gesunder Arm erreicht somit ein Ergebnis von 0 im Disability-Score. Maximal kann ein Wert von 100 errechnet werden, welcher mit einer größtmöglichen Einschränkung der oberen Extremität korreliert.

Studien belegen, dass sich der DASH-Score zur Einschätzung und Differenzierung von muskuloskeletalen Beeinträchtigungen des Arms eignet [3, 18].

Insbesondere für die Beurteilung von Patienten mit multiplen Funktionsstörungen ist dieses Verfahren sehr aussagekräftig [18].

Simple-Shoulder-Test (SST)

Der Patient hat hier im Rahmen eines dichotom aufgebauten Fragebogens die Möglichkeit die alltägliche Belastbarkeit seiner Schulter zu evaluieren. Durch die Antwortmöglichkeiten „Ja“ oder „Nein“ wird subjektiv eingeschätzt ob eine bestimmte Tätigkeit durchführbar oder eine Belastungssituation erträglich ist. Insgesamt umfasst dieser Test zwölf Fragestellungen in denen unterschiedliche Anforderungen an die Patientenschulter gestellt werden. [70]

Der detaillierte Inhalt des SST kann dem Anhang entnommen werden.

3.6 Kraftmessung

Als Bestandteil der Follow-Up Untersuchungen wurde zusätzlich zu den bereits beschriebenen klinischen Tests bei jedem Patienten eine quantitative Kraftmessung durchgeführt, um die Subscapularisfunktion in einem weiteren Detail beurteilen zu können.

Zu diesem Zweck kam eine in Zusammenarbeit mit der Abteilung für Biomechanik des Klinikums rechts der Isar entwickelte Kraftmessplatte (KMP), sowie der bereits für die Ermittlung der Abduktionskraft im Constant-Murley-Score verwendete ISOBEX-Dynamometer (Cursor SA, Bern, Schweiz), zum Einsatz. (siehe 3.5)

Das jeweilige Kraftniveau in Innenrotationsrichtung wurde in vier verschiedenen Versuchsanordnungen ermittelt. Die Belly-Press- und Lift-Off-Position bieten den Vorteil, dass

das Mitwirken synergistischer Muskulatur wie bspw. des M. pectoralis major bei der Kraftentwicklung minimiert werden kann. Beide Ausgangsstellungen wurden aus diesem Grund bevorzugt eingesetzt [19, 118]. Des Weiteren beinhaltet diese Studie eine Messung der Innenrotationskraft in der vorgegebenen Ausgangsposition mit am Rumpf angelegtem Oberarm („0-Stellung“) und 90° flektiertem Ellenbogen.

Aus praktischen Gründen ergab sich schließlich folgende Reihenfolge und Konstellation der Versuche:

1. Belly-Press-Position (KMP)
2. Lift-Off-Position (KMP)
3. Belly-Press-Position (Isobex)
4. 0-Stellung mit 90° flektiertem Ellenbogen (Isobex)

Jede Messung wurde sowohl mit der operierten, als auch mit der kontralateralen Seite in vorgegebener Reihenfolge durchgeführt.

Die Aufgabe der Patienten war es über einen Zeitraum von mindestens vier Sekunden eine maximale Kraft auf den Druckmesser auszuüben. In jeder der vorgegebenen Positionen führten die Studienteilnehmer, nach einem Probelauf, drei Versuche pro Seite durch. Einen optimalen Ablauf gewährleisteten hierbei die begleitenden Rückmeldungen des Untersuchers über den zeitlichen Verlauf der Messungen sowie die korrekte Ausführung. Die Kraftentwicklung wurde für jeden Versuch in der Einheit „Newton“ (N) angegeben. Für die statistische Auswertung wurde der Mittelwert aus den drei erfolgten Kraftmessungen verwendet.

3.6.1 Kraftmessplatte

Das speziell angefertigte Messinstrument stellt eine Weiterentwicklung des 2011 von Bartl et al. [6] beschriebenen Gerätes dar.

Der Versuchsaufbau besteht aus zwei Aluminiumplatten mit den Maßen 15cm x 15cm, einem Kraftmessgerät mit externer Messzelle, sowie der zugehörigen Auswertungssoftware der Herstellerfirma.



Abb. 11: Kraftmessplatte in montiertem Zustand, links: zwischen den beiden Aluminiumplatten fixierter Kraftwandler

Der hierbei verwendete eindimensionale Kraftwandler (Mess- bzw. Wägezelle) wurde im S-Beam-Design konstruiert, mit einer Höhe von 4cm (Megatron KM1506, Megatron, Deutschland) und ist in der Lage Druck- und Zugkräfte bis zu 5000 N mit einer Messunsicherheit von $\pm 0,1$ % zu erfassen.

Das Messgerät mit der zugehörigen Software (PCE-FB 5k, PCE GmbH, Deutschland) findet in dieser Studie Verwendung für die Kalibrierung des Platten-Messzellen-Gefüges, die analog-zu-digital Übertragung sowie für die Visualisierung, Auswertung und Speicherung der Kraftdaten.



Abb. 12: Versuchsaufbau: Kraftmessplatte und verbundenes Messgerät

Im Rahmen der Messungen werden beide Aluminiumplatten auf der jeweiligen Seite mit der externen Messzelle verschraubt. Der Kraftwandler wird daraufhin mit dem Messgerät über die zugehörigen Datenübertragungskabel verbunden.

Die integrierte Software des Messgerätes bietet die Möglichkeiten, eine Vielzahl von Daten über die erfolgte Krafteinwirkung zu ermitteln. Um die quantitative Kraftentwicklung des SSC-Muskels bestmöglich einschätzen zu können, wird der über die vorgegebenen vier Sekunden gemessene Durchschnittswert ermittelt. Dieser kann direkt auf der digitalen Anzeige des Gerätes abgelesen werden. Die Fähigkeit des Patienten, seine Kraft über die volle Versuchszeit konstant zu halten, zeigt ein Kraft-Zeit-Diagramm, welches direkt auf dem Handgerät als auch mit Hilfe der Computer-Software visuell dargestellt werden kann. Durch eine Messgeschwindigkeit von 40 Hz (Werte/s) ist eine Aufnahme und Verarbeitung der Daten in Echtzeit möglich. Mit Hilfe der Mini-SD-Speicherkarte kann der Untersucher schließlich auf alle durchgeführten Messungen zugreifen.

Vor Beginn der Tests in den vorgegebenen Positionen wurde jeder Studienteilnehmer über den Ablauf der Messung im Detail informiert und instruiert, seine Druckkraft immer senkrecht und zentral auf die Aluminiumplatte einwirken zu lassen.

Außerdem erfolgte standardmäßig im Rahmen der Vorbereitung eine erneute Eichung des Versuchsaufbaus vor jeder Messung.

Messung in Belly-Press Position

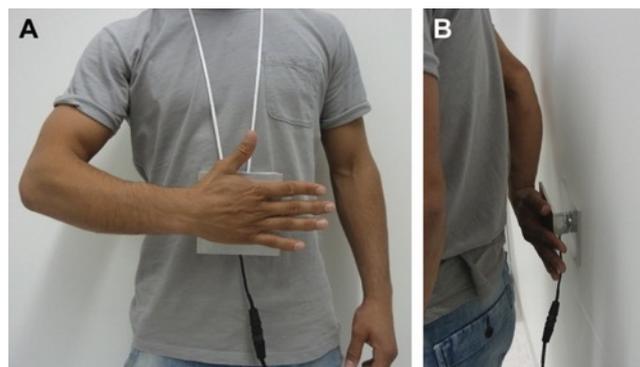
Die Ausgangsposition für diese Messung entspricht der bereits unter 3.4.2 im Rahmen der klinischen Untersuchung beschriebenen Armstellung. Es ist darauf zu achten, dass während des gesamten Verlaufs Hand und Unterarm eine Linie bilden. Das Handgelenk bleibt somit durchgehend in neutraler Position. Ein Zurückziehen des Ellenbogens während der Messung wäre beispielsweise ein Indiz für eine fehlerhafte Ausführung. Die Kraftmessplatte wird für die Durchführung mit einer größenverstellbaren Schnur um den Hals des Patienten gehängt,

sodass die Messzelle sich auf Höhe des Bauchnabels befindet. Wird die Hand auf der Platte positioniert, ist darauf zu achten, dass diese mittig auf dem Messinstrument aufsetzt.

Messung in Lift-Off Position

Auch in diesem Fall ergibt sich die einzunehmende Position analog zum gleichnamigen, bereits unter 3.4.2 beschriebenen, Funktionstest. Die Kraftmessplatte wird hierfür höhenverstellbar an der Wand fixiert und der Größe des Patienten angepasst. Die Messzelle befindet sich bei Durchführung der Kraftmessung auf Höhe des Os sacrum. Der Patient steht mit dem Rücken zur Wand und positioniert seine Hand, bereits leicht vom Steißbein abgehoben, mittig auf der Messplatte. Der Untersucher weist ausdrücklich darauf hin, dass die Kraft rein durch Nach-hinten-führen des Armes erzeugt werden soll und nicht durch Verlagerung des Körpergewichts. Um dieser Verfälschung der Messwerte vorzubeugen steht der Patienten in Ausgangsposition in einer leichten Schrittstellung vor der Wand.

War es dem Patienten nicht möglich die Hand vom Steißbein weg nach dorsal in die gewünschte Stellung zu führen (vgl. positiver Lift-Off Test; 3.4.2), so wurde die Innenrotationskraft in dieser Position mit 0 N bewertet.



*Abb. 13: Durchführung der Kraftmessungen, **A**) in Belly-Press-Position, **B**) in Lift-Off-Position*

3.6.2 ISOEX-Kraftmessung

Im Gegensatz zu den ermittelten Druckkräften bei Verwendung der Kraftmessplatte, kann durch den Einsatz dieses Messinstruments die Zugkraft in den bereits beschriebenen Positionen bestimmt werden. Das ISOEX-Messgerät (Cursor AG, Bern, Schweiz) verfügt

über eine integrierte Messzelle für Zugkräfte bis zu 450 N. Die ausgeübte Kraft wird mit einer Geschwindigkeit von 10 Hz übertragen und ermöglicht somit die schnelle Erfassung der Daten. Die Messzelle des Geräts ist mit einer längenverstellbaren Schlaufe verbunden. Für die Durchführung der Messungen sollte der ISOBEX auf Höhe des angelegten Ellenbogengelenks des Patienten an der Wand befestigt werden. Die Studienteilnehmer wurden aufgefordert, die Testposition einzunehmen, die Schlaufe zwischen Daumen und Zeigefinger in der Handfläche zu umschließen und in leichter Vorspannung auf das Startsignal zu warten. Die Messung der Kraft erfolgt nach Betätigung des Startknopfes durch den Untersucher für 5s und wird durch ein akustisches Signal des Messinstruments beendet. Die Patienten wurden stets ermutigt mit vollem Einsatz und der maximal möglichen Kraft über den vorgegebenen Zeitraum auf das Gerät einzuwirken. Die digitale Anzeige des Dynamometers zeigt nach Abschluss Minimum, Maximum sowie den Durchschnittswert der ausgeübten Kraft in Newton an. Für die Auswertung der Messungen lag der Fokus auf der Analyse des Mittelwerts, sodass eventuelle Artefakte wie beispielsweise Kraftspitzen nur vernachlässigbaren Einfluss auf das Resultat haben.

In den Testpositionen „Belly-Press“ und „0-Stellung“ wurden ebenfalls jeweils drei Messungen pro Seite durchgeführt. Die korrekte Ausführung spielte hierbei eine große Rolle. In Belly-Press-Position muss erneut auf den Ellenbogen und das Handgelenk geachtet werden (s.o.), sowie verhindert werden, dass es durch Verlagerung des Körpergewichts zu Verfälschungen der Werte kommt. Aus diesem Grund erfolgte die Ausführung in leichter Schrittstellung. In der zweiten Messposition wurde die Innenrotationskraft bei am Rumpf angelegtem Oberarm und 90° flektiertem Ellenbogen gemessen. Der Daumen des Probanden ist nach vorne/oben gewandt, entsprechend der Neutral-0-Ausgangsposition. Hierbei wurde insbesondere darauf Wert gelegt, dass der Oberarm während der gesamten Durchführung am Rumpf angelegt bleibt um somit die reine Innenrotationskraft ermitteln zu können. Auch hier sollte die Einwirkung durch Verlagerung des Eigengewichts minimiert werden. Die Patienten wurden

deshalb nachdrücklich angewiesen während der Messung beide Beine gleichmäßig zu belasten.

3.7 Radiologische Diagnostik

Wie unter 1.3 beschrieben, stellen Röntgenaufnahmen und Magnetresonanztomographie (MRT) den Goldstandard der radiologischen Diagnostik bei muskulären Schulterverletzungen dar. Die Auswertung dieser Bilder kann Hinweise auf diverse Pathologien liefern. Während sich im Röntgen ossäre Strukturen begutachten lassen, ermöglicht das MRT Aussagen über den Zustand der Weichteile.

Ein Schwerpunkt der Studie liegt auf der radiologischen Evaluation des Subscapularis Muskels mit Blick auf dessen Integrität, fettige Degeneration und Atrophie zum Follow-Up-Zeitpunkt. Des Weiteren wurden präoperativ angefertigte Aufnahmen auf bereits bestehende Pathologien überprüft.

3.7.1 Sichtung der präoperativen Röntgen- und MRT-Bildgebung

Im Zuge der damaligen Diagnostik wurden von jedem potentiellen Studienpatienten Röntgenbilder der betroffenen Schulter angefertigt (vgl. 3.2). Die Aufnahmen erfolgten standardmäßig in drei Ebenen. Durch die Auswertung der „true-ap“-, Outlet-(Y-)view- und axialen Bilder war es möglich, ossäre Sehnenaurisse bzw. Frakturen, sowie fortgeschrittene Arthrosegrade gemäß den Studienkriterien auszuschließen.

Degenerative Veränderungen wurden hierbei nach der von Samilson und Prieto 1983 veröffentlichten Einteilung beurteilt. Diese unterscheidet im AP-Röntgenbild drei Stufen der Omarthrose [105]:

Grad 0: keine Zeichen von Arthrose

Grad 1: Mild

- Osteophyten < 3 mm am Glenoid und/oder kaudalen Humeruskopf

Grad 2: Moderat

- Osteophyten 3-7 mm am Glenoid und/oder kaudalen Humeruskopf
- Glenohumerale Gelenksirregularitäten

Grad 3: Schwer

- Osteophyten > 7 mm am Glenoid und/oder kaudalen Humeruskopf
- Glenohumerale Gelenkspaltverschmälerung und subchondrale Sklerose

In einem weiteren Schritt fand eine Evaluation der standardmäßig durchgeführten präoperativen MRT-Aufnahmen und den zugehörigen Befunden statt. Hierbei lag der Schwerpunkt auf der bereits zum damaligen Zeitpunkt diagnostizierbaren, Infiltration des SSC-Muskels mit Fettgewebe.

Zu diesem Zweck wurde die für den SSP-Muskel von Goutallier et al. 1994 beschriebene Einteilung im CT-Bild [41], und deren Übertragung auf die MRT-Bildgebung durch Fuchs et al. 1999 [32], den Aufnahmen zugrunde gelegt.

Diese Einstufung umfasst fünf Grade der fettigen Degeneration von Muskeln der Rotatorenmanschette [32, 41]:

Grad 0: normale Muskulatur ohne Fettstreifen

Grad 1: Muskulatur mit einigen Fettstreifen

Grad 2: Deutliche Fettinfiltration des Muskels; mehr Muskelgewebe als Fettgewebe

Grad 3: Fettige Degeneration; Anteil des Fettgewebes entspricht dem des Muskelgewebes

Grad 4: Fettige Degeneration; Mehr Fettgewebe als Muskelgewebe

Das beschriebene Fettgewebe im Muskel stellt sich als hyperintense Einlagerung im T1-gewichteten Bild dar [32].

Eine bereits bestehende Degeneration über Grad 3 in Anlehnung an Fuchs und Goutallier (s.o.) [32, 41], führte laut den Studienkriterien (vgl. 3.2) zum Ausschluss des Patienten.

3.7.2 MR-tomographische Beurteilung des Subscapularismuskels

Zur Beurteilung von SSC-Integrität, fettiger Degeneration und Muskelatrophie erfolgte im Rahmen der Nachuntersuchung im Langzeit-Follow-Up eine standardisierte MRT-Bildgebung. Für alle Aufnahmen wurde ein Gerät mit einem Hauptmagnetfeld von 3 Tesla (Verio, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Deutschland), sowie „phased array shoulder coils“ verwendet. Der Arm befand sich stets in neutraler Position. Um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, fanden alle Untersuchungen mit einem standardisierten Sequenzprotokoll statt, welches Konstanz in den Schnittebenen sowie bei zeitlichen und geographischen Parametern garantiert.

Auf den Einsatz von Arthrographie mittels Kontrastmittelinjektion wurde aufgrund der Invasivität dieser Methode verzichtet.

Die Auswertung aller Aufnahmen erfolgte durch einen Orthopäden, mit Spezialisierung im Bereich der oberen Extremität, in Zusammenarbeit mit einem, im muskuloskeletalen Fachgebiet erfahrenen, unabhängigen Radiologen.

Der Schwerpunkt der radiologischen Evaluation lag in der Identifikation von Re-Rupturen, der Einstufung der fettigen Degeneration des Muskels in Anlehnung an Fuchs und Goutallier (s.o.) [32, 41], sowie auf der Vermessung der Muskelfläche und der Muskeldurchmesser, um mögliche Hinweise auf eine SSC-Atrophie zu erkennen.

Laut der etablierten Vorgehensweise erfolgte die Bildgebung in drei Schnittebenen. Für die Beurteilung der Sehnenintegrität kamen hierbei parakoronare T2-gewichtete, axiale „proton density-weighted“ sowie short inversion recovery (STIR) Sequenzen zum Einsatz [32, 91].

Die Vermessung der Fläche, der Durchmesser sowie die Graduierung der Infiltration mit Fettgewebe erfolgte laut der gängigen Methodik anhand von parasagittalen (Y-View) Schnittbildern [32, 41, 62, 106].

3.7.2.1 Radiologische Beurteilung der SSC-Integrität und -Atrophie

Um Re-Rupturen zu erkennen und radiologisch zu diagnostizieren, wurde die Sehne im Verlauf in verschiedenen Schnittebenen (s.o.) begutachtet. Hinweise auf erneute Läsionen liefern hierbei Kontinuitätsunterbrechungen, Kalibersprünge, flüssigkeitsähnliche signalintensive Ansammlungen innerhalb der Sehnenstruktur [133] und/oder eine bereits erfolgte Retraktion der SSC-Sehne (vgl. Einteilung in Anlehnung an die Klassifikation nach Patte [88]).

Diese Methodik sowie die Einstufung der fettigen Degeneration in Anlehnung an Fuchs und Goutallier (siehe 3.7.1) [32, 41], lässt eine radiologischen Einschätzung der SSC-Integrität zu.

Des Weiteren beschäftigte sich diese Studie mit der postoperativen Atrophie des Muskels im Langzeit-Follow-Up. Hierfür wurden drei Durchmesser sowie die Fläche des SSC berechnet. Als definierte Messposition diente die „Y-shaped position“ laut Thomazeau et al. [114], in der die parasagittale Schnitfführung senkrecht zur Scapula verläuft.

Der schräg-vertikale Durchmesser ergibt sich, nach der von Schröder et al. [107] und Scheibel et al. [106] beschriebenen Messtechnik, aus dem maximalen Abstand zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt des dargestellten Subscapularismuskels. Von der konkavsten Stelle der Scapulagrube aus kann im rechten Winkel zur Vertikalen der kraniale schräg-transversale Durchmesser (KRTD) bestimmt werden. Ebenfalls senkrecht zur Vertikalen ergibt sich analog der kaudale schräg-transversale Durchmesser (KATD) mit dem Ursprung am untersten Punkt der Scapulaspitze [106]. Die Ergebnisse wurden in der Einheit „Millimeter“ festgehalten.

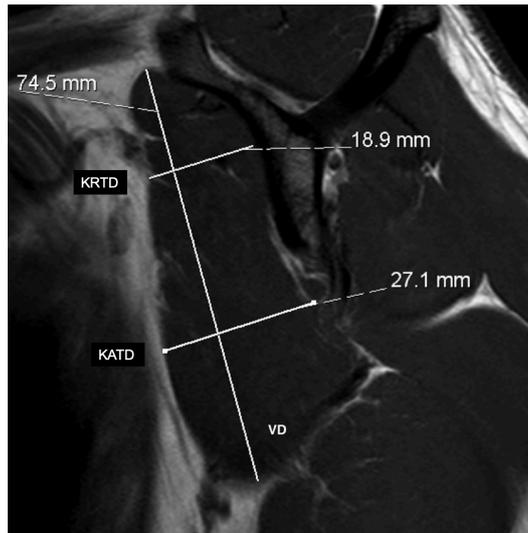


Abb. 14: Berechnung der Muskeldurchmesser (vertikal, kran.-transversal, kaud.-transversal) anhand des Muskelquerschnitts in den parasagittalen Schichten im MRT. [108]

Die Errechnung der Muskelfläche im gleichen Schnittbild erfolgte anhand der von Bartl et al. [6] modifizierten Messtechnik nach Juul-Kristensen et al. [62]. Mit Hilfe der PACS-Software (Fa. Sectra AB, Linköping, Schweden) konnte schließlich der Inhalt des eingegrenzten Bereichs in Quadratmillimetern angegeben werden.

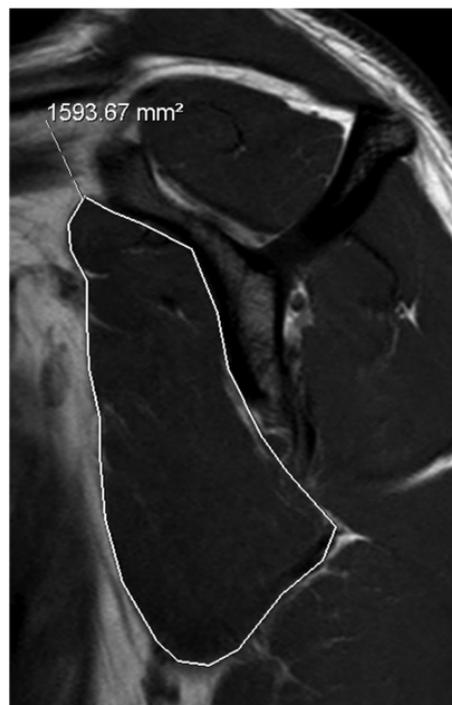


Abb. 15: Berechnung der Muskelquerschnittfläche anhand der parasagittalen Schichten im MRT. [108]

Anhand der ermittelten Messwerte ließ sich die Ratio des kranialen- zum kaudalen-transversalen Durchmesser errechnen, welche ausschlaggebend für die Einschätzung einer kranialen Atrophie ist. Zum Zeitpunkt dieser Studie existieren jedoch in der bestehenden Literatur keine Normwerte oder valide Klassifikationen.

3.7.2.2 Kontrollgruppe für die SSC Flächen- und Durchmesserbestimmung

Um einen kausalen Zusammenhang zwischen der Muskelatrophie und operativ versorgten SSC-Rupturen (bereits durch diverse Studien beschrieben [77, 93, 107]) bestätigen zu können, wurden die durchgeführten Vermessungen mit denen einer gematchten Kontrollgruppe verglichen und auf signifikante Unterschiede überprüft.

Hierzu wurden die Bilder von 54 Personen (Altersverteilung: MW = $42,3 \pm 12,5$ Jahre, 10 - 112), 27 Frauen (50%) und 27 Männern (50%), ausgewertet. Keiner dieser Teilnehmer hatte zum Zeitpunkt der Aufnahmen Voroperationen im Bereich der Schulter. MR-morphologisch zeigte sich bei allen Patienten eine intakte SSC-Sehne. Es muss jedoch bedacht werden, dass bei diesem Verfahren die quantitativen Messwerte unterschiedlicher Personen miteinander verglichen werden.

Die Vermessung der Bilder erfolgte laut der unter 3.7.2.1 beschriebenen Methodik.

3.8 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung aller ermittelten Daten wurde mit Verwendung der Analyse-Software des Programms GraphPad Prism (GraphPad Software Inc., San Diego, USA) in der Version Nr. 6 für Macintosh durchgeführt.

Die Verwendung des Kolmogorov-Smirnov-Tests gibt Auskunft über die vorherrschende Wahrscheinlichkeitsverteilung. Hierbei werden normalverteilte von nichtnormalverteilten Daten unterschieden.

Die Überprüfung der Signifikanz erfolgte mittels des T-Tests im Falle einer Normalverteilung, sowie mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests für nichtnormalverteilte Daten. Dieses Verfahren galt sowohl für verbundene als auch für unverbundene Stichproben. Von einer Signifikanz wurde hierbei ab einem Wert von $p < 0,05$ ausgegangen.

Korrelationen von Variablen konnten mit Hilfe des Spearman-Korrelations-Koeffizienten ermittelt werden.

Für eine deskriptive Beschreibung und Veranschaulichung der Daten wurden zusätzlich Mittelwerte, Mediane sowie Standardabweichungen und prozentuale Verteilungen errechnet und ausgewertet.

4 ERGEBNISSE

4.1 Beschreibung des Gesamtkollektivs

Die Gruppe der 35 Studienteilnehmer besteht aus sieben weiblichen (20%) und 28 männlichen (80%) Patienten.

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug im Gesamtdurchschnitt 46,9 Jahre (13-73), hierbei zeigte sich ein Durchschnittsalter der Frauen von 49,3 Jahren (40-64) und der Männer von 46,3 Jahren (13-73).

Das symptomatische Intervall betrug im Durchschnitt 18,6 Wochen (0,4 - 104). Innerhalb der ASK-Gruppe lagen 21,1 Wochen (1 - 104), bei den offen-chirurgisch Versorgten im Schnitt 16,4 Wochen (0,4 - 52) zwischen dem Unfall bzw. Schmerzbeginn und der operativen Versorgung.

Bei 28 Patienten (80%) kam es durch eine traumatische Genese zur SSC-Sehnenruptur, hingegen zeigte sich bei sieben Patienten (20%) eine degenerative Ursache. Die Traumamechanismen verteilten sich wie folgt: drei Patienten (10,7%) erlitten ein direktes Anpralltrauma, zwei Patienten (7,1%) zogen sich die SSC-Läsion im Rahmen einer vorderen Schulterluxation zu und bei 23 Patienten (82,1%) war ein Hyperextensions-Außenrotations-Trauma die Ursache für die traumatische Ruptur.

In 68,6% (N=24) der Fälle war die rechte und in 31,4% (N=11) die linke Schulter von der SSC-Sehnenruptur betroffen. Da alle Patienten ausschließlich „rechts“ als Gebrauchshand angaben, entspricht diese Verteilung der Auswertung hinsichtlich einer Beteiligung der dominanten Seite.

4.2 Klinische Ergebnisse

4.2.1 Auswertung perioperativer Befunde

Präoperative Evaluation

In der präoperativen Untersuchung zeigte sich bei 26 Patienten (74,3%) sowohl ein positiver Belly-Press-, als auch ein positiver Lift-Off-Test. Lediglich bei einem Patienten (2,9%) konnte ein positiver Befund im BP-Test bei negativem LO-Test festgestellt werden. In vier Fällen (11,4%) kam es zu einer Insuffizienz, die nur im LO-Test nachweisbar war. Weitere vier Patienten (11,4%) zeigten präoperativ keinerlei Seitendifferenz oder Insuffizienz in den SSC-spezifischen Tests (BP und LO).

Innerhalb der Gruppe der arthroskopisch versorgten Patienten wiesen 88,2% (N=15) der Teilnehmer einen positiven Belly-Press-Test und 82,4% (N=14) einen positiven Lift-Off-Test präoperativ auf. Unter den mit offen-chirurgischer Operationsmethode Versorgten zeigten sich 83,3% (N=15) mit positivem BP-Test und 72,2% (N=13) mit positiven LO-Test.

Die Auswertung des präoperativen Constant-Scores ergab für das Gesamtkollektiv einen Durchschnittswert von 47,7 Punkten (32 - 58), bei Betrachtung des SST zeigte sich ein Mittelwert von 6,2 Punkten (3 - 10).

Intraoperative Befunde

Die operative Versorgung der SSC-Rupturen erfolgte bei 17 Patienten (48,6%) in arthroskopischer und bei 18 Patienten (51,4%) in offen-chirurgischer Operationstechnik.

Intraoperativ bestätigte sich in allen Fällen die Diagnose einer isolierten SSC-Sehnenruptur. Die weiteren Sehnenanteile der Rotatorenmanschette zeigten sich allseits intakt, sodass eine Kombinationsverletzung entsprechend den Studienkriterien ausgeschlossen werden konnte.

Im Rahmen der Einteilung der Rupturen nach Fox & Romeo [31] zeigte sich bei 16 Patienten (45,7%) eine Typ 2 Ruptur, welche einer Läsion der oberen 25% der Sehne entspricht. In neun Fällen (25,7%) konnte eine Typ 3 Läsion (25-50% der Sehne betroffen) diagnostiziert werden. Weitere zehn Befunde (28,6%) wurden intraoperativ als Typ 4 (>50% des kranio-kaudalen Sehnenansatzes rupturiert) klassifiziert.

Patienten mit einer Typ 1 Ruptur, die einer artikulareseitigen Partialruptur entspricht, wurden im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt und folglich ausgeschlossen.

Bezogen auf die angewandte Operationstechnik ergab sich hinsichtlich der Rupturgröße folgende Verteilung:

Rupturgröße \ OP-Technik	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
ASK	0	7	5	5
Offen	0	7	6	5

Tab. 9: Einteilung der Rupturgröße nach Fox & Romeo [31] in Abhängigkeit der OP-Technik

Intraoperativ wurde zudem die Sehnenretraktion in Anlehnung an die Einteilung nach Patte [88] klassifiziert. In 18 Fällen (51,4%) zeigte sich eine Grad 1 Retraktion der Sehne. Eine Klassifizierung als Grad 2 erfolgte bei 14 Patienten (40,0%) sowie eine Einstufung als Grad 3 bei 8,6% der Studienteilnehmer (N=3).

Hieraus ergab sich in Abhängigkeit von der OP-Technik folgende Verteilung:

Retraktion \ OP-Technik	Grad 1	Grad 2	Grad 3
ASK	8	8	1
Offen	10	6	2

Tab. 10: Einteilung der Sehnenretraktion in Anlehnung an Patte et al. [88] in Abhängigkeit von der OP-Technik

Es zeigte sich in der Auswertung dieses Patientenkollektivs keine signifikante Korrelation zwischen einer Sehnenretraktion > Grad 1 in Anlehnung an Patte et al. [88] und einem verlängertem symptomatischen Intervall ($p > 0.05$).

Die Refixierung der rupturierten Sehne erfolgte durchschnittlich, sowohl bei arthroskopischer als auch bei offen-chirurgischer Adressierung, mittels 2,0 Ankern (1-4).

Aufgrund einer Ruptur, Teilruptur oder Instabilität wurde eine Mitversorgung der langen Bizepssehne in 71,4 % der Fälle (25/35) als notwendig erachtet. 24 Patienten (68,6%) erhielten hierbei eine Tenodese, lediglich bei einem Patienten (2,8 %) erfolgte die Tenotomie. In zehn Fällen (28,6 %) war keine operative Adressierung der langen Bizepssehne erforderlich.

Intraoperativ konnten zudem Begleitverletzungen des Schultergelenks in Form von Pulley-Läsionen in 17 Fällen (48,6 %), sowie 2 HAGL-Läsionen (5,7 %) festgestellt werden.

Aufgrund einer Bankart-Läsion erfolgte bei zwei Patienten (5,7%) eine zusätzliche Kapsel-Labrum-Refixation (Bankart-Repair).

Postoperativer Verlauf

Bei zwei Studienteilnehmern war im Verlauf ein weiterer operativer Eingriff an der betroffenen Schulter notwendig. In einem Fall erfolgte aufgrund von starken Schmerzen und funktionellen Einschränkungen eine arthroskopische Arthrolyse. Bei einem weiteren Patienten kam es zu einer radiologisch gesicherten Re-Ruptur mit Ausriss des Sehnenankers. In Folge wurde diese mittels erneuter Rekonstruktion der Sehne in offener Operationstechnik adressiert. Beide Patienten wurden primär arthroskopisch versorgt.

Folglich ergibt sich im Rahmen dieser Studie eine Re-Rupturrate von 2,9% (ASK-Gruppe: 5,9%) und eine Folgeoperationsrate von 5,7% (ASK-Gruppe: 11,8%).

Um einen statistischen Zusammenhang zwischen einzelnen Parametern und der Re-Ruptur-Rate bzw. Folgeoperationen herzustellen, besteht jedoch eine zu kleine Fallzahl.

Innerhalb der Gruppe der in offen-chirurgischer Technik Operierten kam es zu keiner Folgeoperation oder Re-Ruptur.

Postoperative Komplikationen wie neurovaskuläre Auffälligkeiten, Infektionen des Gelenks bzw. der Weichteile oder ausgeprägte Hämatome konnten bei keinem der Studienteilnehmer festgestellt werden.

Die durchschnittliche Return-to-Sport-Zeit betrug 8,4 Monate (2 - 24). Bei arthroskopisch versorgten Patienten waren hierbei neun Monate (3 - 24) und im Falle der offen-chirurgisch Operierten im Durchschnitt 7,8 Monate (2 - 18) Rehabilitation notwendig. Jedoch war dies stark abhängig vom individuellen Anspruch der Patienten. Lediglich ein Patient (2,9%) konnte aufgrund der persistierenden Beschwerden seine vorherige Hauptsportart (Wakeboarden) in Folge der operativ versorgten SSC-Ruptur nicht wieder aufnehmen.

Ein statistischer Zusammenhang zwischen der Operationstechnik, der Größe der Ruptur oder Sehnenretraktion und dem Return-to-Sport konnte nicht gezeigt werden ($p > 0.05$). Jedoch korrelierte ein kürzeres symptomatisches Intervall mit einem schnelleren Return-to-Sport ($p = 0.003$).

4.2.2 Ergebnisse der Nachuntersuchung zum Follow-Up Zeitpunkt

Im Rahmen der Erhebung der Langzeitergebnisse wurde nach einem durchschnittlichen Follow-Up von 107,9 Monaten (65 - 156) bei allen Patienten eine klinische Untersuchung durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt betrug das Alter der Studienteilnehmer im Durchschnitt 55,6 Jahre (22 - 79). Der mittlere BMI lag bei $26,6 \pm 3,8$.

Anamnestisch wurde sowohl nach arthroskopischer als auch nach offener SSC-Rekonstruktion von sehr guten Ergebnissen berichtet. Insgesamt 94,3% der Patienten (88,2 % ASK-Gruppe, 100% Offene-Gruppe) gaben an „sehr zufrieden“ oder „zufrieden“ mit dem

Resultat der operativen Versorgung zu sein. Lediglich ein Patient je Gruppe (2,9%) war subjektiv mit dem OP-Ergebnis nur „recht zufrieden“ oder „unzufrieden“.

Aktuelle Beschwerden in Form von Schmerzen konnten in unserem Anamnesebogen in vier Intensitätsstufen angegeben werden (siehe 3.3). 77,1% berichteten hierbei keinerlei Schmerzsymptomatik in der betroffenen Schulter mehr zu haben. Milde bis mäßige Beschwerden gaben 14,3% (Grad 2) bzw. 8,6% (Grad 3) der Studienteilnehmer an. Im gesamten Patientenkollektiv wurden starke Schmerzen (\triangleq Grad 4) im Bereich der operierten Schulter verneint. Die bestehenden Beschwerden traten, mit einer Ausnahme, vorwiegend atraumatisch auf und bestanden im Mittel seit 35,9 Monaten (5 - 100).

Statistisch zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Patientenzufriedenheit sowie der angegebenen Schmerzsymptomatik und der angewandten OP-Technik ($p > 0.05$).

Klinische Untersuchung

Die klinische Evaluation der operierten Schultern beinhaltete eine ausführliche körperliche Untersuchung und Funktionsprüfung mit besonderem Augenmerk auf die SSC-spezifischen klinischen Tests, den aktiven und passiven Bewegungsumfang, sowie die Erhebung weiterführender (nicht SSC-) spezifischer Parameter der oberen Extremität. Die detaillierte praktische Durchführung sowie die angewandten Auswertungskriterien wurden bereits unter 3.4 ausführlich beschrieben.

4.2.2.1 Ergebnisse der Untersuchung des Bewegungsumfangs

Die Überprüfung der Range-of-Motion (ROM) der betroffenen Schulter erfolgte im Vergleich zur nicht operierten, kontralateralen Seite sowie unter Beachtung der unter 1.1 beschriebenen Normwerte. Als pathologisch wurden Bewegungseinschränkungen von $>20^\circ$ im Vergleich zu den angegebenen Normen gewertet.

Unter Einbeziehung des gesamten Schultergürtels wurde die maximal mögliche aktive Elevation der oberen Extremität über eine Abduktionsbewegung und eine

Anteversionsbewegung untersucht. Mit einer durchschnittlich möglichen Elevation von $161,4^{\circ} \pm 30,4^{\circ}$ bei Abduktion und $167,1^{\circ} \pm 30,0^{\circ}$ bei Anteversion/Flexion zeigte sich keine signifikante Einschränkung im Vergleich zur Gegenseite oder den gegebenen Normwerten.

Die Untersuchung der ROM im gleno-humeralen Gelenk ergab für die Abduktion, Anteversion/Flexion, Retroversion sowie die Außenrotation bei am Rumpf angelegtem Oberarm (0° Abduktion) keinen signifikanten Unterschied im Vergleich zur kontralateralen, nicht operierten Seite. Dies galt sowohl für die aktiv, als auch passiv bestimmten Bewegungsumfänge. Eine relevante Einschränkung der ROM im Vergleich zu den beschriebenen Normwerten zeigte sich lediglich vereinzelt. In drei Fällen (8,6%) war eine Abduktion über 70° nicht möglich, in einem Fall (2,9%) konnte eine Außenrotation von 60° nicht erreicht werden.

Die Evaluation der Innenrotation erfolgte, wie unter 3.4.1 beschrieben, durch die Dokumentation der maximalen Höhe des Daumens, der an der Körperrückseite nach kranial geführt wird. Hierbei ergaben sich folgende Messwerte:

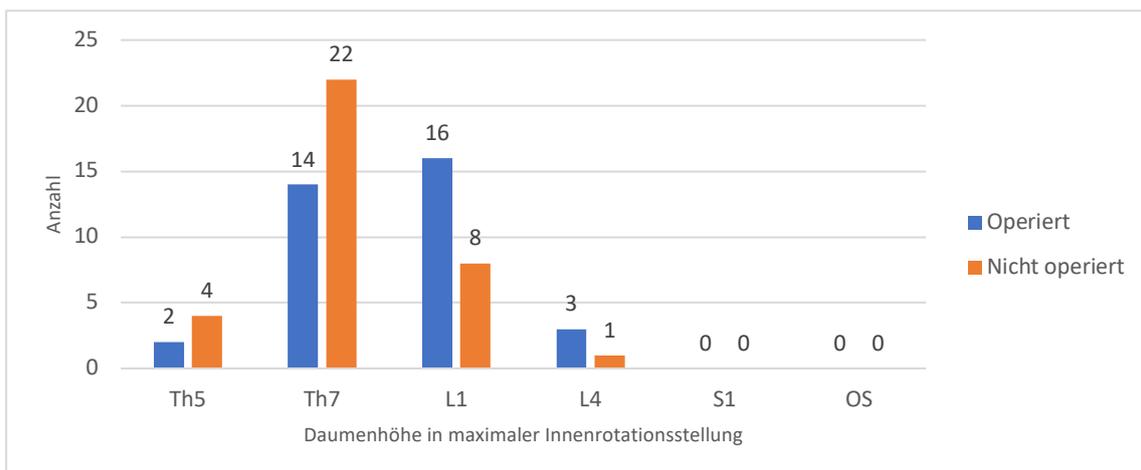


Diagramm 1: Das Säulendiagramm zeigt die Testergebnisse der Innenrotationsfähigkeit anhand der Anzahl pro erreichter Referenzhöhe im Vergleich zur gesunden, nicht operierten Seite (Methode vgl. 3.4.1).

In der statischen Auswertung zeigte sich hinsichtlich der Innenrotationsfähigkeit höher als L1 eine signifikante Einschränkung der operierten Seite im Vergleich zur kontralateralen, nicht operierten Seite ($p= 0.014$).

Ein hochgradiger, die Innenrotationsbewegung betreffender Funktionsverlust (bis Höhe S1/Oberschenkelaußenseite) war bei keinem der Studienteilnehmer zu beobachten.

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen persistierenden Bewegungseinschränkungen der Innenrotation und der Operationstechnik, der Größe der Ruptur, der Sehnenretraktion oder dem symptomatischen Intervall bestand nicht ($p > 0.05$).

Die Studienteilnehmer zeigten mit steigendem Patientenalter signifikant größere Einschränkungen der Innenrotationsfähigkeit ($p= 0.023$).

4.2.2.2 Auswertung der SSC-spezifischen klinischen Tests

Die klinische Bewertung der Funktion des Musculus subscapularis erfolgte anhand von drei spezifischen Tests:

1. Belly-Press
2. Lift-Off
3. Bear-Hug

Die exakte Ausführung und die entsprechende Auswertung des jeweiligen Tests werden unter 3.4.2 im Detail beschrieben.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Follow-Up-Zeitpunkt zeigte sich in drei Fällen (8,6%) ein positives Ergebnis bei Durchführung des Belly-Press-Tests, positive Lift-Off-Resultate bei insgesamt sechs Patienten (17,1%), sowie positiv zu wertende Ergebnisse im Bear-Hug-Test in fünf Fällen (14,3%). Bezogen auf das Gesamtkollektiv wiesen insgesamt neun

Studienteilnehmer (25,7%) pathologische Testergebnisse in einem oder mehreren SSC-spezifischen Tests auf.

Eine signifikante Verbesserung zu den präoperativen Befunden im Hinblick auf den BP- und LO-Test konnte, sowohl für die ASK-Gruppe (BP $p < 0.001$, LO $p = 0.001$) als auch die offen-chirurgisch operierte Gruppe (BP $p < 0.001$, LO $p = 0.002$) statistisch nachgewiesen werden.

Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Patientenalter, dem symptomatischen Intervall, der OP-Technik, der Größe der Ruptur oder der Sehnenretraktion und positiven Befunden in einem oder mehreren spezifischen Tests. ($p > 0.05$)

Die folgenden Tabellen stellen die SSC-spezifischen klinischen Tests im Vergleich zu den präoperativen Befunden und in Abhängigkeit der Operationstechnik dar.

Gruppe 1 (ASK-OP)	Belly-Press	Lift-Off	Bear-Hug
Präoperativ	15	14	Nicht durchgeführt
Postoperativ	3	3	4

Tab. 11: Ergebnisse der prä- und postoperativ als positiv bewerteten SSC-spezifischen Tests innerhalb der arthroskopisch operierten Patientengruppe

Gruppe 2 (Offene-OP)	Belly-Press	Lift-Off	Bear-Hug
Präoperativ	15	13	Nicht durchgeführt
Postoperativ	0	3	1

Tab. 12: Ergebnisse der prä- und postoperativ als positiv bewerteten SSC-spezifischen Tests innerhalb der offen-chirurgisch operierten Patientengruppe

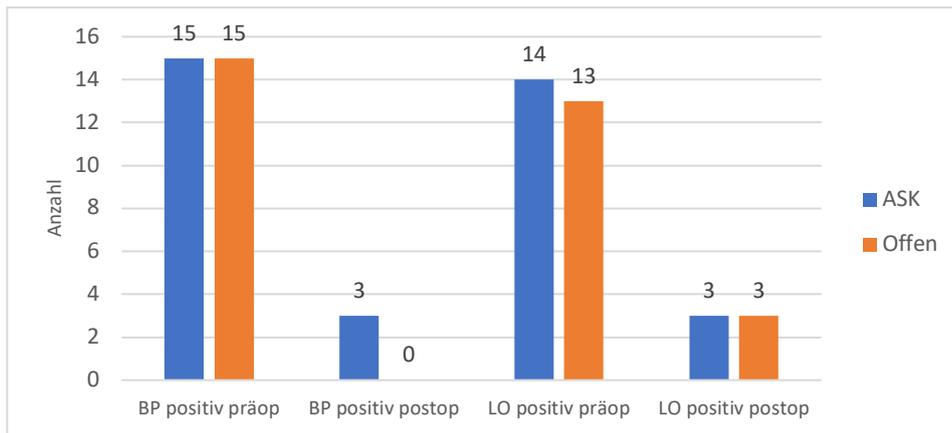


Diagramm 2: Das Säulendiagramm zeigt die Anzahl der Studienteilnehmer mit positivem SSC-spezifischem Testergebnis zum entsprechenden Untersuchungszeitpunkt in Abhängigkeit von der OP-Technik

Für eine dezidierte statistische Evaluation der einzelnen spezifischen Tests hinsichtlich eines Zusammenhangs mit der OP Technik oder anderen Parametern waren die Fallzahlen dieser Studie zu klein.

4.2.2.3 Erweiterte Untersuchung der Schulter

Im Rahmen der erweiterten klinischen Funktionsprüfung wurde insbesondere auf die Beurteilung der restlichen Rotatorenmanschette, der Integrität der langen Bizepssehne, der Schulterstabilität, sowie die Evaluation hinsichtlich eines möglichen Impingementsyndroms Wert gelegt.

Die hierfür durchgeführten Tests können der Tabelle unter 3.4.3 entnommen werden.

Bei Überprüfung des M. supraspinatus zeigte sich bei zwei Patienten ein positiver Starter- und Jobe-Test (5,7%), wobei sich in einem dieser Fälle zudem ausgeprägte Einschränkungen hinsichtlich der Funktion des M. infraspinatus in Form eines positiven ARO-Lag-Signs zeigten. Das präoperativ angefertigte MRT-Bildgebung zeigte jeweils keinen Hinweis auf eine vorbestehende Pathologie im Bereich des SSP oder ISP.

Zwei weitere Studienteilnehmer (5,7%) gaben sowohl Schmerzen bei Durchführung des Palm-Up-Tests an und zeigten ein positives Ergebnis im O'Brien-Test. Jedoch erhielten beide

Patienten im Rahmen der operativen Versorgung eine Tenodese der langen Bizepssehne, sodass diese als Schmerzindikator unwahrscheinlich erscheint.

Beschwerden hinsichtlich einer Impingement-Symptomatik wurden in Form eines positiven Painful-Arc-Zeichens bei drei Patienten (8,6%) festgestellt. In einem dieser Fälle (2,9%) wurde zudem eine positiver Hawkins-Test vermerkt.

Ein Instabilitätsgefühl im Sinne eines positiven Apprehension-Zeichens zeigte sich in keinem der untersuchten Fälle.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den in der erweiterten Untersuchung gewonnenen Testergebnissen und der Operationstechnik, der Mitversorgung der LBS, dem Alter oder Geschlecht der Patienten oder dem symptomatischen Intervall bestand nicht. ($p > 0.05$)

4.3 Klinische Scores

Um das postoperative Ergebnis der betroffenen Schulter und oberen Extremität sowohl subjektiv als auch objektiv zu bewerten, wurden im Rahmen dieser Studie verschiedene Scores und Evaluationstools verwendet (siehe 3.5).

Postoperative Zufriedenheit

Für die subjektive Beurteilung des Therapieresultats und der postoperativen Zufriedenheit wurden die Angaben aus den Anamnesebögen nach einer modifizierten Einteilung nach Iannotti [58] ausgewertet. 25 Patienten (71,4%) stufen im Langzeit-Follow-Up den Zustand der operierten Schulter als „normal“ ein, acht Studienteilnehmer (22,9%) gaben „fast normal“ an und jeweils ein Patient (2,9%) berichtete von einem „verbesserten Zustand“ bzw. einem „schlechten Zustand“.

Visuelle Analogskala

Mittels einer zehnstufigen VAS-Skala konnten die Studienteilnehmer die aktuellen Schmerzen im Bereich der operativ versorgten Schulter quantifizieren. Hierbei ergab sich durchschnittlich

ein Wert von 1,0 (0 – 8), wobei 74,3% der Patienten mit einem VAS-Score von 0 vollkommen schmerzfrei waren. Lediglich in zwei Fällen (5,7%) wurden Werte von >5 angegeben.

Constant-Murley Schulter Score

Die Ermittlung des Constant-Murley-Scores umfasst eine ausführliche anamnestische und klinisch-funktionelle Evaluation der betroffenen Schulter, zudem besteht die Möglichkeit die erzielten Werte hinsichtlich des Geschlechts und des Alters der Patienten zu werten (age- and gender-related, ACRCS). Die spezifische Durchführung wurde bereits unter 3.5 beschrieben.

In der Auswertung der erzielten Scores zeigte sich eine signifikante Verbesserung von präoperativ durchschnittlich $47,7 \pm 9,0$ (32 - 59) auf postoperativ $76,8 \pm 16,6$ (30 - 100). Gewichtet auf das Alter und das Geschlecht zeigte sich ein durchschnittlich erzielter Wert von 92,3% (33 - 116).

Bemessen an den erzielten Ergebnissen im AGRCS wurde das postoperative Ergebnis entsprechend der unter 3.5 beschriebenen Tabelle bewertet. In 24 Fällen (68,6%) zeigte sich ein „ausgezeichnetes“ Resultat, fünf Patienten (14,3%) mit einem „guten“ Resultat, jeweils ein Patient (2,9%) mit einem „befriedigenden“ bzw. „ausreichenden“ Operationsergebnis und vier Studienteilnehmer (11,4%) wiesen ein „schlechtes“ Outcome im AGRCS auf.

OP-Technik Constant-Score	ASK	Offen-chirurg.	Gesamt
	Präoperativ	47,8	48,7
Langzeit-Follow-Up	74,2	79,2	76,8
AGRCS (Langzeit)	90,2 %	94,3 %	92,3 %

Tab. 13: Ergebnisse des prä- und postoperativ (zum Follow-UP-Zeitpunkt) erhobenen Constant-Scores und dessen alters- und geschlechtsadaptierte Wichtung in Abhängigkeit von der OP-Technik

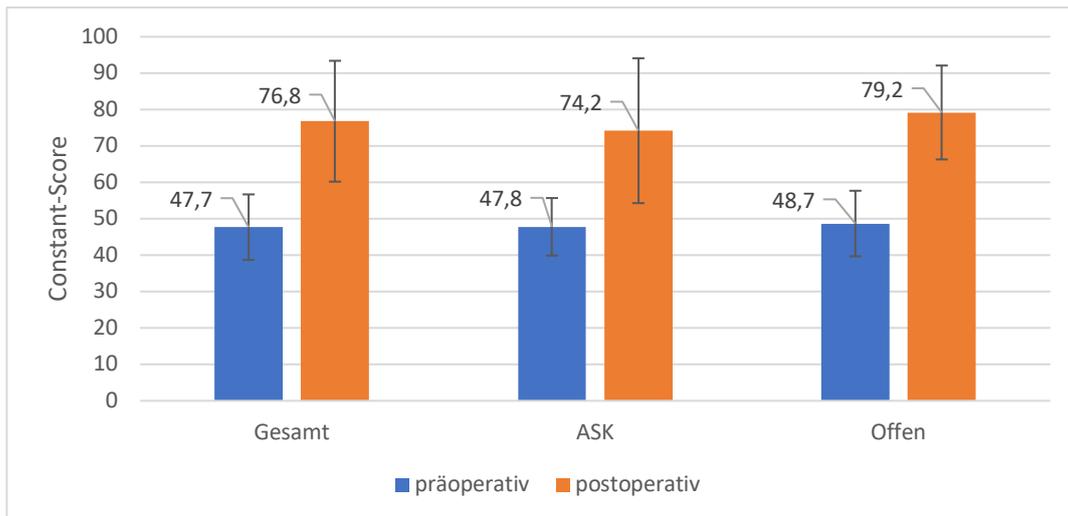


Diagramm 3: Das Säulendiagramm zeigt die Mittelwerte des prä- und postoperativ (zum Follow-Up-Zeitpunkt) erhobenen Constant-Scores mit Standardabweichung für das gesamte Patientenkollektiv und in Abhängigkeit von der OP- Technik.

American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form

Der ASES-Score umfasst in Form einer Selbstauskunft sowohl eine anamnestische Überprüfung der aktuellen Beschwerden im Bereich der Schulter als auch deren Funktion bei der Ausführung von Alltagsbewegungen/-belastungen. Hierbei wird zudem die gesunde mit der operierten Seite verglichen [99].

In der Auswertung der 35 Studienteilnehmer wurde mit einem Mittelwert von 89,4 Punkten (32 - 100) von maximal möglichen 100 Punkten ein sehr gutes Ergebnis erzielt. (ASK: 89,9 / Offenchirurg.: 89,0)

Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH-G)

In diesem ebenfalls als Selbstauskunft entworfenen Fragebogen schätzen die Patienten ihre Fähigkeit ein, bestimmte Tätigkeiten des alltäglichen Lebens sowie Freizeitaktivitäten auszuführen. Dies wird bezogen auf die Funktion der gesamten oberen Extremität angegeben.

[57]

Mit einem mittleren DASH-G Score von 9,3 (0 – 61,7) konnten auch hier gute Ergebnisse im Langzeit-Outcome erzielt werden. 74,3% der Patienten (N=26) zeigten einen Disability-Score von weniger als 5 Punkten. Dies entspricht einer nahezu beschwerdefreien oberen Extremität. Lediglich ein Patient (2,9%) berichtete von funktionellen Einschränkungen mit einem DASH-G-Wert von > 50. (ASK: 9,0 / Offen-chirurg.: 9,6)

Simple-Shoulder-Test

Im Rahmen dieses Evaluationstools der Schulterfunktion wird die Fähigkeit überprüft zwölf Tätigkeiten des alltäglichen Lebens mit dem betroffenen Arm auszuführen. Für die Auswertung wird die Anzahl der mit „Ja“ beantworteten Fragen addiert [70].

Mit durchschnittlich 10,6 Punkten (ASK: 10,5 / Offen-chirurg.: 10,7) konnte eine gute postoperative Schulterfunktion des Gesamtkollektivs bei der Überprüfung der Langezeitergebnisse beschrieben werden.

Es wurde eine signifikante Steigerung zum präoperativen Zustand (MW = 6,2 Punkte) erreicht (p= 0.021).

Statistische Auswertung der Ergebnisse im Rahmen der klinischen Scores

Zusammenfassend zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied in den erzielten Scores bezüglich der Operationstechnik ($p > 0.05$). Patienten mit einem kürzeren symptomatischen Intervall wiesen jedoch signifikant bessere Ergebnisse im Constant- (p= 0.015), ASES- (p= 0.039) und VAS-Score ($p < 0.001$) auf. Zudem konnte gezeigt werden, dass Studienteilnehmer mit einem höheren BMI signifikant schlechtere Werte im Constant- (p= 0.047), AGRCS (p= 0.037) sowie dem ASES-Score erzielten (p= 0.012). Die Rupturgröße, die Sehnenretraktion, die Mitversorgung der LBS oder die Genese der Ruptur hatten keinen Einfluss auf die klinischen Resultate im Rahmen der ermittelten Scores ($p > 0.05$).

4.4 Auswertung der Kraftmessungen

Die Belly-Press- und Lift-Off-Position stellen wie unter 3.4.2 beschrieben die Untersuchungspositionen der Wahl für eine aussagekräftige und objektivierbare Evaluation der Innenrotationskraft des Subscapularismuskels dar.

4.4.1 Ermittlung der SSC-spezifischen Kraftentwicklung mittels Kraftmessplatte

Anhand des unter 3.6.1 beschriebenen Versuchsaufbaus erfolgte die Bestimmung der isolierten SSC-Kraftentwicklung im Seitenvergleich. Hierfür wurde der Mittelwert, der über eine Zeit von vier Sekunden aufrechterhaltenen Innenrotationskraft (gemessen in Newton), aus drei aufeinander folgenden Messungen ermittelt.

In der Belly-Press-Position wurde eine durchschnittliche Kraft von $63,4 \pm 30,3$ N für die betroffene, operierte Seite erreicht. Kontralateral zeigten sich mit $78,7 \pm 38,2$ N signifikant höhere Werte ($p= 0.034$).

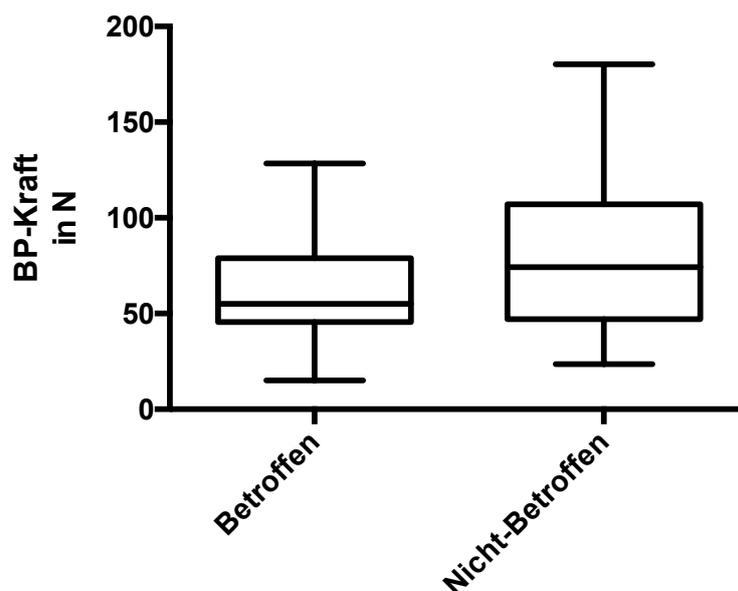


Diagramm 4: Das Boxplot-Diagramm zeigt die Ergebnisse der quantitativen Kraftentwicklung in Belly-Press-Position in Newton im Vergleich zur nicht betroffenen, gesunden Seite.

Für die Kraftentwicklung in Lift-Off-Position konnte ein ähnlicher Trend beobachtet werden. Während auf der operierten Seite durchschnittlich Kraftwerte von $40,0 \pm 28,5$ N erreicht wurden, betrug der Mittelwert kontralateral $46,2 \pm 28,2$ N. Jedoch war diese Differenz nicht statistisch signifikant ($p > 0,05$).

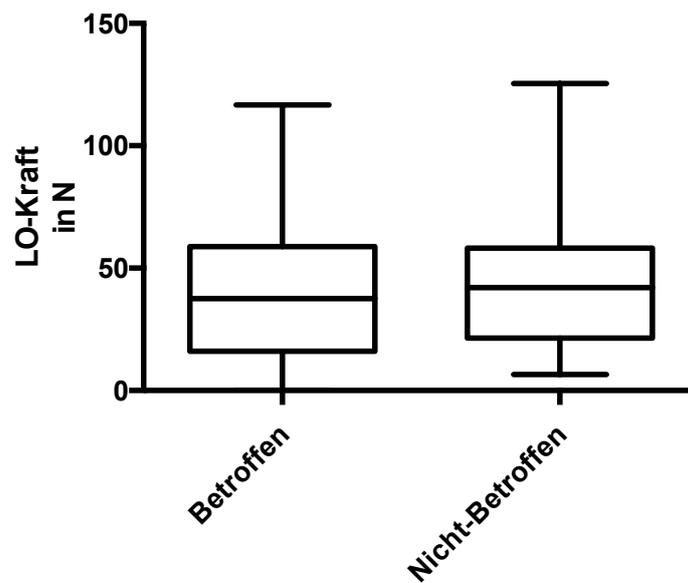


Diagramm 5: Das Boxplot-Diagramm zeigt die Ergebnisse der quantitativen Kraftentwicklung in Lift-Off-Position in Newton im Vergleich zur nicht betroffenen, gesunden Seite.

Ein Zusammenhang zwischen der Sehnenretraktion, dem symptomatischen Intervall oder der Rupturgenese und den anhand der KMP ermittelten Kraftwerte bestand nicht ($p > 0,05$). In der Auswertung hinsichtlich der Operationstechnik zeigten sich in LO-Position bessere Werte nach arthroskopischer Versorgung (ASK: MW = 48,0 / Offen-chirurg.: MW = 32,4), jedoch ohne statistische Signifikanz ($p > 0,05$). Außerdem konnte bei größeren Rupturen (Typ 3 und 4 nach Fox & Romeo [31]) ein Trend in Form von geringeren Messwerten in BP-Position beobachtet werden, jedoch war dieser ebenfalls nicht statistisch signifikant ($p > 0,05$).

4.4.2 Ermittlung der Innenrotationskraft im Schultergelenk mittels ISOBEX

Der Effekt einer operativen Versorgung nach SSC-Sehnenruptur auf die Gesamtbewegung (unter Mitbeteiligung der synergetischen Muskulatur) wurde anhand der Kraftentwicklung in

Belly-Press-Position und in „0-Stellung“ des Armes mit 90°-flektiertem Ellenbogen (siehe 3.6.2) untersucht.

Analog zu den vorherigen Untersuchungen erfolgte die Bestimmung des Mittelwerts aus drei Messungen pro Seite und Position für die Auswertung der Ergebnisse.

Es zeigte sich ein nur geringer, vernachlässigbarer Unterschied in der Kraftentwicklung in BP-Position (OP-Seite: $6,9 \pm 3,1$ N; kontralateral: $7,1 \pm 2,9$ N) als auch in der zweiten Messposition in 0-Stellung (OP-Seite: $7,3 \pm 3,2$ N; kontralateral: $7,5 \pm 3,1$ N). Die Kraftminderung der operierten Seite im Vergleich zur kontralateralen, gesunden Seite war in beiden Ausgangsstellungen nicht statistisch signifikant ($p > 0.05$). Die Diskrepanz zu den KMP-Ergebnissen hinsichtlich der BP-Position ist am ehesten mit einer Verfälschung der Werte durch eine Verlagerung des Körpergewichts zu erklären. Dies war aufgrund des Versuchsaufbaus unter Verwendung der KMP nicht möglich.

Eine operative Versorgung mittels ASK oder offener OP-Technik hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse der Innenrotationskraft in beiden Messpositionen ($p > 0.05$). Ebenfalls konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Rupturgröße, der Sehnenretraktion, der Genese der Ruptur oder dem symptomatischen Intervall und den Resultaten der ISOBEX-Krafttests ermittelt werden ($p > 0.05$).

4.5 Radiologische Ergebnisse

4.5.1 Auswertung der präoperativen Röntgen- und MRT-Bildgebung

In der Begutachtung der präoperativ durchgeführten Röntgenbilder der 35 Studienteilnehmer zeigte sich bei keinem Patienten eine vorbestehende hochgradige Omarthrose (> Grad 2 nach Samilson & Prieto) [105] oder ein knöcherner Ausriss der SSC-Sehne.

Zudem erhielten alle Patienten präoperativ eine MRT-Bildgebung der betroffenen Schulter. Hier erfolgte die radiologische Diagnosestellung, sowie der Ausschluss einer bereits bestehenden fettigen Degeneration des SSC-Muskel (> Grad 2 in Anlehnung an Fuchs und Goutallier [32, 41]) oder einer begleitenden Läsion der übrigen Rotatorenmanschette.

4.5.2 Ergebnisse der MR-tomographischen Bildgebung

Im Rahmen dieser Studie erfolgte neben der klinischen Beurteilung der Schulterfunktion die radiologische Wertung der Sehnenintegrität, der fettigen Degeneration sowie der Atrophie des SSC-Muskels mittels MRT. (siehe 3.7.2.1)

Aufgrund von klaustrophobischen Ängsten erklärten sich lediglich 71,4% der Patienten (25/35) bereit eine MRT-Bildgebung der betroffenen Schulter im postoperativen Langzeit-Follow-Up durchführen zu lassen.

4.5.2.1 Sehnenintegrität und fettige Degeneration

Die Beurteilung der Sehnenintegrität galt der Identifizierung einer möglichen Re-Ruptur oder auch Partial-Rupturen, die sich als klinisch inapparent präsentieren. Im untersuchten Patientenkollektiv stellten sich 96% (24/25) der rekonstruierten SSC-Sehnen als durchgängig dar, ohne Hinweis auf eine Kontinuitätsunterbrechung oder eine aufgetriebene Sehnenstruktur. In einem Fall (4%) zeigte sich eine subtotale Re-Ruptur des kranialen Drittels der Subscapularis-Sehne.

Der betroffene Patient berichtete subjektiv mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden zu sein, keine Schmerzen und keine Einschränkungen in seinem Alltag zu haben (VAS: 0, SST-Score: 12). In der klinischen Untersuchung fiel eine Einschränkung der endgradigen Schultererelevation (bzw. Abduktion) auf (150° OP-Seite / 180° kontralateral). Zudem war eine Innenrotation lediglich bis L4 (Daumen auf Gürtelhöhe) möglich. In den SSC-spezifischen Tests zeigte sich nur bei Durchführung des Bear-Hug-Tests ein positives Resultat, während Belly-Press- und Lift-Off-Test negativ ausfielen. In den erfolgten Kraftmessungen wurden verminderte Werte in Belly-Press- und Lift-Off-Position im Vergleich zur kontralateralen Seite bemerkt (Ratio OP-

Seite zu kontralateral: 0,45). Die Auswertung der Befunde ergab einen Constant-Score von 75 (AGRCS 83%), was bezogen auf das Alter und Geschlecht, trotz subtotaler Re-Ruptur, ein „gutes“ OP-Ergebnis darstellt [11]. Jedoch muss beachtet werden, dass der Constant-Score die SSC-Funktion nicht suffizient widerspiegelt [28].

Aufgrund der subjektiven Beschwerdefreiheit des Patienten wurde auf eine Empfehlung zur Revisionsoperation verzichtet.

Die Beurteilung der fettigen Degeneration erfolgte in Anlehnung an die durch Fuchs und Goutallier beschriebene Einteilung im parasagittalen Y-Schnitt [32, 41]. In fünf Fällen (20%) zeigte sich kein Hinweis auf Fettgewebe innerhalb der Muskelquerschnitts (\triangleq Grad 0). Eine geringgradige, streifige Infiltration des Muskelgewebes (\triangleq Grad 1) konnte in sieben Untersuchungen (28%) festgestellt werden. Ein mit Fettgewebe durchsetzter Muskel entsprechend Grad 2 in Anlehnung an Fuchs und Goutallier (Fettanteil < Muskelanteil) [32, 41] war in acht MRTs (32%) zu beobachten, während ein Patient (4%) als Grad 3 (Fettanteil = Muskelanteil) eingestuft wurde. Vier Studienteilnehmer (16%) zeigten eine fettige Degeneration des Muskels im Stadium 4.

In der statistischen Auswertung ergab sich kein Hinweis auf eine signifikante Korrelation zwischen der OP-Technik, dem BMI, dem Alter der Patienten oder dem symptomatischen Intervall und einer fortgeschrittenen fettigen Degeneration in den radiologischen Langzeitergebnissen (\geq Grad 2 in Anlehnung an Fuchs und Goutallier [32, 41]). ($p > 0.05$) Zehn von 13 Patienten (76,9%) mit initial ausgeprägten Rupturen (Fox & Romeo Typ 3 oder 4 [31]) zeigten einen vermehrten intramuskulären Fettanteil, jedoch war dieser statistisch nicht signifikant ($p > 0.05$). Die Sehnenretraktion hatte in diesem Zusammenhang ebenfalls keinen statistisch signifikanten Einfluss ($p > 0.05$).

In der Auswertung der ermittelten Kraftwerte zeigte sich eine statistisch signifikante Korrelation zwischen einer hochgradigen fettigen Degeneration (\geq Grad 2 in Anlehnung an Fuchs und

Goutallier [32, 41]) und verminderter Innenrotationskraft in Belly-Press- und Lift-Off-Position, sowie in 0-Stellung ($p= 0.019$, $p= 0.002$, $p < 0.001$).

Zudem wiesen alle Patienten mit Fettgewebsinfiltrationen des Schweregrads 3 und 4, positive Befunde in einem oder mehreren SSC-spezifischen klinischen Tests auf ($p= 0.002$).

4.5.2.2 Ermittlung der Muskelquerschnittsfläche

Für die Berechnung der Querschnittsfläche galt die maximale Ausdehnung des Muskels in den parasagittalen Schnittbildern (Y-View-Projektion) als Referenz (siehe 3.7.2.1).

Zum Follow-Up Zeitpunkt zeigte sich eine durchschnittliche Querschnittsfläche des SSC-Muskels von $1902,8 \pm 522,2 \text{ mm}^2$.

Bildmorphologisch wiesen 56% (14/25) der Patienten Hinweise auf eine Muskelatrophie, vorwiegend des kranialen Muskelanteils, auf. Bei einem Anteil von 46,2% (6/13) in der ASK-Gruppe und 66,7% (8/12) in der offen-chirurgischen Gruppe war ein Trend hinsichtlich des Einflusses der verwendeten OP-Technik zu erkennen, jedoch erwies sich dieser als nicht statistisch signifikant ($p > 0.05$).



Abb. 16: Bild einer kranialen Atrophie des SSC-Muskels im parasagittalen Muskelquerschnitt. [108]

In der statistischen Auswertung korrelierten niedrige Kraftwerte in Belly-Press- und 0-Position mit einer geringen Muskelquerschnittfläche signifikant ($p= 0.023$, $p < 0.001$). Dies konnte für die Lift-Off-Position nicht gezeigt werden.

Weitere Parameter wie das symptomatische Intervall, die Rupturgröße oder die Sehnenretraktion zeigten keine statistisch signifikanten Korrelationen mit den ermittelten Querschnittflächen des SSC-Muskels im Rahmen der radiologischen Langzeitergebnisse ($p > 0.05$).

4.5.2.3 Bestimmung der Muskeldurchmesser

Ebenfalls in den parasagittalen Bildsequenzen wurde der vertikale, der kranial-transversale und der kaudal-transversale Muskeldurchmesser bestimmt. Die exakten Messpositionen konnten anhand der unter 3.7.2.1 beschriebenen anatomischen Landmarken und Methodik identifiziert werden.

Die Auswertungen der vertikalen Muskeldurchmesser ergaben einen durchschnittlichen Wert von $83,8 \pm 11,7$ mm, die kranial-transversalen Messungen $16,0 \pm 7,9$ mm und für die kaudal-transversalen Durchmesser $28,3 \pm 6,2$ mm.

Das Verhältnis des kranialen- zum kaudalen-transversalen Durchmesser (KRTD / KATD) betrug im Durchschnitt $0,571 \pm 0,279$. Statistisch bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen bildmorphologischen Atrophie-Zeichen und niedrigeren Werten im Quotienten der Durchmesser ($p= 0.003$).

Im Hinblick auf die Operationstechnik zeigten sich bei den arthroskopisch versorgten Patienten signifikant größere kranial-transversale Muskeldurchmesser ($p= 0.039$), sowie signifikant höhere Werte bei der Betrachtung der Ratio der Messwerte (KRTD / KATD, $p= 0.017$).

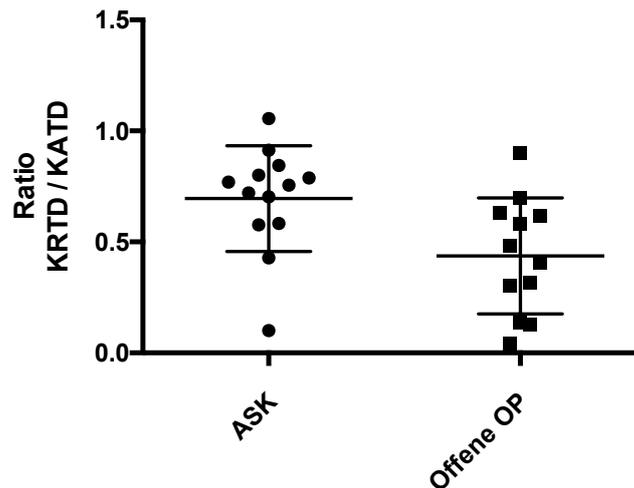


Diagramm 6: Das Punktdiagramm zeigt das jeweilige Verhältnis des kranialen- zum kaudalen-transv. Muskeldurchmesser mit Mittelwert und Standardabweichung in Abhängigkeit von der OP-Technik.

Ähnlichen Einfluss auf die radiologischen Ergebnisse im Langzeit-Follow-Up hatten sowohl die Rupturgröße, als auch die Sehnenretraktion. SSC-Läsionen ab Typ 3 nach Fox & Romeo [31] korrelierten mit einem geringeren Muskeldurchmesser kranial-transversal ($p=0.003$) und einer verminderten Ratio der Messwerte ($p=0.004$). Sehnenretraktionen des Schweregrades 2 und 3 zeigten ebenfalls einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit einem verminderten Verhältnis von kranialem- zu kaudalem Durchmesser ($p=0.026$).

Die OP-Technik, die Rupturgröße als auch die Sehnenretraktion hatten keinen Einfluss auf die kaudal-transversalen Messwerte ($p > 0.05$).

Klinisch korrelierten geringe Messwerte aller drei Muskeldurchmesser mit niedrigen Kraftwerten in 0-Stellung (vertikal $p=0.011$, transv.-kran. $p=0.047$, transv.-kaud. $p < 0.001$). Ähnliche Ergebnisse lieferte die Auswertung hinsichtlich der Kraftentwicklung in Belly-Press- und Lift-Off-Position. Je geringer der gemessene kranial-transversale Muskeldurchmesser desto signifikant vermindert zeigten sich die Werte im Rahmen der Krafttests (BP-Pos. $p=0.003$, LO-Pos. $p=0.004$). Zudem korrelierten niedrige kaudal-transversale Messungen ebenfalls mit verminderten Werten in Belly-Press-Position ($p=0.007$). Ein niedriger Quotient aus beiden Durchmessern (KRTD / KATD) im Sinne einer kranialen Atrophie ging signifikant mit einer Kraftminderung in beiden SSC-spezifischen Messpositionen einher (BP $p=0.020$, LO

$p = 0.001$). Es zeigte sich der Trend eines statistischen Zusammenhangs zwischen verminderten KRTD-Werten und mehr als einem positiven Befund in den klinischen Test, dieser war jedoch nicht signifikant ($p > 0.05$). Jedoch bestand eine Korrelation zwischen einer verminderten Ratio (KRTD / KATD) und positiven SSC-spezifischen Tests ($p = 0.029$).

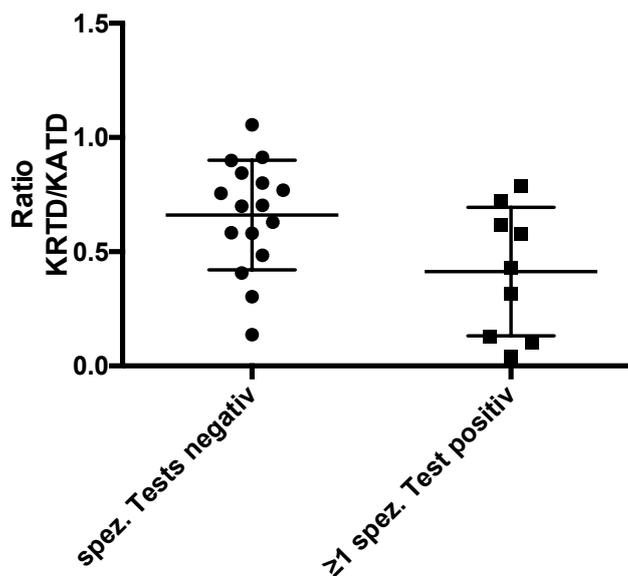


Diagramm 7: Das Punktdiagramm zeigt das jeweilige Verhältnis des kranialen- zum kaudalen-transv. Muskeldurchmesser mit Mittelwert und Standardabweichung in Korrelation mit den SSC-spezifischen Testergebnissen.

Hinsichtlich des Patientenalters zeigte sich der Trend einer negativen Korrelation mit der Querschnittsfläche sowie den ermittelten Muskeldurchmessern und deren Verhältnis, jedoch war dieser nicht statistisch signifikant ($p > 0.05$).

Ein Zusammenhang zwischen dem symptomatischen Intervall oder den Ergebnissen aus den klinischen Scores und den radiologischen Messwerten bestand nicht ($p > 0.05$).

4.5.3 Querschnittsfläche und Muskeldurchmesser einer Kontrollgruppe

Um die ermittelten Muskeldurchmesser und Querschnittflächen beurteilen und einordnen zu können, erfolgte die entsprechende radiologische Evaluation einer Kontrollgruppe.

Hierfür wurden die MRT-Bilder von 54 Patienten ausgewertet. 27 männliche und 27 weibliche Probanden (jeweils 50%) mit einem mittleren Alter von $42,3 \pm 12,5$ Jahren (10 - 112) waren Teil dieser Kontrollgruppe. Voraussetzung für eine Teilnahme war eine nicht operierte Schulter, sowie eine MR-morphologisch intakte SSC-Sehne. (vgl. 3.7.2.2)

Die Ergebnisse zeigten eine mittlere Querschnittsfläche von $2133,5 \pm 702,9$ mm². Die Vermessung des vertikalen Muskeldurchmessers ergab im Durchschnitt $89,1 \pm 15,2$ mm, sowie $24,1 \pm 4,6$ mm für den kranial-transversalen und $28,9 \pm 6,9$ mm für den kaudal-transversalen Durchmesser.

Auch für die Kontrollgruppe wurde das Verhältnis zwischen kranialem- und kaudalem-transversalem Durchmesser bestimmt. Hier ergab sich eine Ratio von $0,851 \pm 0,121$.

In der statistischen Auswertung der Messwerte zeigte sich eine verminderte Querschnittsfläche und somit Atrophie-Tendenz des SSC-Muskels nach Sehnenrekonstruktion (MW = 1902,8) im Vergleich zur Kontrollgruppe (MW = 2133,5), jedoch war dies statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$).

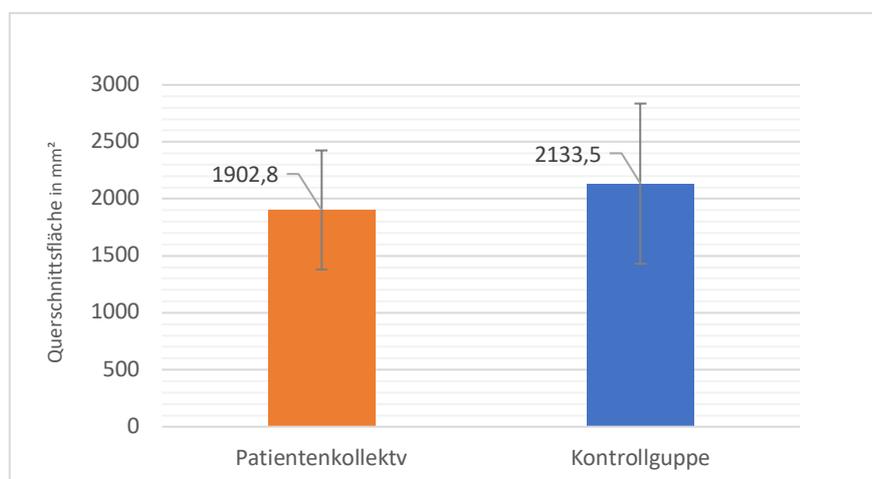


Diagramm 8: Das Säulendiagramm zeigt den Mittelwert der errechneten Muskelquerschnittsflächen (in mm²) mit zugehöriger Standardabweichung im Vergleich zur analysierten Kontrollgruppe.

Ein Rückgang des Muskelgewebes konnte im Bereich des vertikalen und kaudal-transversalen Durchmessers im Vergleich zu der Kontrollgruppe nicht gezeigt werden ($p > 0.05$).

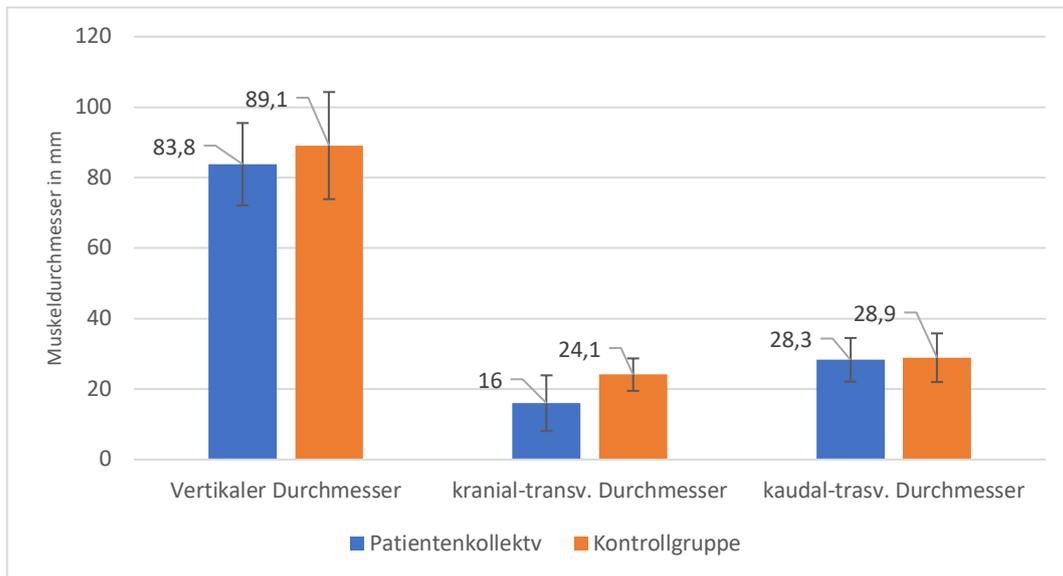


Diagramm 9: Das Säulendiagramm zeigt die Mittelwerte der jeweils errechneten Muskeldurchmesser mit zugehöriger Standardabweichung im Vergleich zur analysierten Kontrollgruppe.

Hinweise auf eine hochsignifikante Atrophie ergaben die Auswertungen der kranial-transversalen Durchmesser, mit deutlich geringeren Werten innerhalb des operierten Patientenkollektivs ($p < 0.001$). Statistisch zeigte sich zudem eine signifikante Verminderung der Ratio aus kranialem und kaudalem Wert ($p = 0.003$) im Vergleich zu der beschriebenen Kontrollgruppe, was auf eine kraniale Muskelatrophie im Langzeit-Follow-Up nach operativer SSC-Rekonstruktion hindeutet. In der Interpretation der Ergebnisse muss jedoch bedacht werden, dass hier die absoluten Werte unterschiedlicher Personen (Patientenkollektiv und Kontrollgruppe) verglichen werden. Hier können lediglich Hinweise auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang abgeleitet werden. Für einen validen Nachweis einer Korrelation wäre ein direkter Vergleich mit den Muskelquerschnittsflächen und -durchmessern der gesunden, kontralateralen Schulter der untersuchten Personen notwendig. Eine entsprechende Bildgebung wurde im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt.

5 DISKUSSION

Isolierte Läsionen des M. subscapularis treten im Vergleich zu anderen RMR selten auf, haben jedoch für die betroffenen Patienten meist erhebliche Auswirkungen [28]. Schmerzen und Funktionseinschränkungen der Schulter führen zu Beschwerden bei Alltagsbelastungen und sportlichen Aktivitäten. Eine intakte Innenrotationsfähigkeit im gleno-humeralen Gelenk ist für viele Tätigkeiten des alltäglichen Lebens, wie bspw. die Körperhygiene, essentiell. Die Wiederherstellung der Schultergelenksfunktion ist folglich das oberste Therapieziel. Im Falle einer kompletten Ruptur stellt die operative Versorgung seit vielen Jahren den Goldstandard dar. Die Langzeitergebnisse nach einer erfolgten SSC-Sehnenrekonstruktion wurden im Rahmen dieser Studie untersucht und ausgewertet.

Trotz einer persistierenden, partiellen Insuffizienz des SSC-Muskels, die sich sowohl in den klinischen und radiologischen Untersuchungen, als auch den durchgeführten Krafttests bestätigte, waren 94,2% der Patienten „sehr zufrieden“ oder „zufrieden“ mit dem Therapieergebnis. Es konnte gezeigt werden, dass die Resultate denen der kurz- und mittelfristigen Follow-Up-Untersuchungen entsprechen und ein vergleichbar gutes Outcome erzielt wird (s.u.). Es existieren eine Vielzahl von Arbeiten zu den Ergebnissen im kurzen bis mittleren Nachuntersuchungsintervall nach offen-chirurgischer SSC-Sehnenrekonstruktion in der bestehenden Literatur [7, 27, 28, 33, 36, 38, 68]. Arthroskopische Resultate wurden bisher vorwiegend nach einem kurzen Follow-Up-Zeitraum evaluiert [2, 6, 9, 45, 55, 69, 84, 119], weiter fehlt in einigen Arbeiten eine SSC-spezifische klinische Untersuchung [9, 16]. Eine radiologische Begutachtung mittels MRT-Bildgebung wurde zumeist nicht standardmäßig durchgeführt [2, 9, 26]. Vergleichbare Langzeitstudien, die größtenteils erst nach dieser Erhebung durchgeführt wurden [51, 71], beinhalten wie viele andere Arbeiten keine objektivierbare, quantitative Erfassung der Kraftentwicklung [2, 9, 26, 45, 55].

Nach unserem Wissen ist diese Studie zum Zeitpunkt der Datenerhebung mit einem mittleren Follow-Up von 107,9 Monaten die erste und umfangreichste Arbeit zur klinischen und

radiologischen Evaluation der Langzeitergebnisse nach operativer SSC-Sehnenrekonstruktion.

Mit einem durchschnittlichen Patientenalter von 46,9 Jahren bei operativer Versorgung liegt das Studienkollektiv knapp unterhalb des in der Literatur beschriebenen Altersdurchschnitt von ca. 51 Jahren. Die Verteilung von 20% weiblichen (7/35) und 80% männlichen (28/35) Betroffenen entspricht in etwa den Erhebungen vergleichbarer Arbeiten. [28, 36, 38]

Bezüglich der Rupturgenese zeigte sich eine traumatische Verletzungsursache in 80% der Fälle, zumeist in Zusammenhang mit einem Hyperextensions-Außenrotationstrauma (82,1% bei traumatischer Genese). 20% der Läsionen waren degenerativen Ursprungs. Dies entspricht in etwa den Angaben aus der bestehenden Literatur [14, 123]. Braune et al. beschrieben bspw. eine traumatische Genese in 75% der SSC-Läsionen, während 25% als degenerativ gewertet wurden [14]. Die Sensitivität der SSC-spezifischen Tests in der präoperativen Diagnostik zeigte sich mit 88,6% positiven BP- oder LO-Befunden entsprechend den Ergebnissen vorherigen Studien [30, 36, 38]. Wie bereits von Stefko et al. 1997 beschrieben [110], wiesen vier Patienten mit kleinen, kranialen Läsionen (Fox & Romeo Typ 2 [31]) durch den Einsatz synergistischer Muskulatur falsch-negative Ergebnisse auf (BP- + LO-Test neg.) und die Diagnosestellung erfolgte bei Schmerzpersistenz anhand einer MRT-Bildgebung.

Im Rahmen von SSC-Läsionen sind Begleitverletzungen der LBS bzw. des stabilisierenden Pulley-Systems häufig [27, 28, 43, 47, 50, 51, 54, 89, 103]. Dies konnte in 71,4% (25/35) der Fälle bestätigt und mittels intraoperativer Tenodese oder Tenotomie ebenfalls adressiert werden. Die zusätzliche Versorgung der LBS hatte im Rahmen dieser Studie keinen Einfluss auf das postoperative Ergebnis hinsichtlich der Patientenzufriedenheit, der klinischen Befunde und der erhobenen klinischen Scores (AGRCS, ASES, DASH-G, SST, VAS). Dies zeigten ebenfalls Bartl et al. 2011 [6] und Monroe et al. 2019 [81] im kurzen Intervall, sowie Seppel et al. 2017 [108] und Hasler et al. 2019 [51] in der Langzeit-Nachuntersuchung eines rein arthroskopisch versorgten Patientenkollektivs. Wird eine Verletzung der LBS jedoch nicht

adressiert, führt dies zu einer signifikant erhöhten Komplikationsrate, wie von Saltzman et al. [104] beschrieben.

Die durchschnittliche Zeit zwischen operativer Therapie und dem erlittenen Trauma bzw. dem Einsetzen der Symptome betrug im Rahmen dieser Studie 18,6 Wochen. Es bestand eine Korrelation zwischen einem längeren symptomatischen Intervall und schlechteren Ergebnissen in Constant-, ASES- und VAS-Score. Für offen-chirurgisch versorgte Patienten wurde dieser Zusammenhang bereits durch Edwards et al. 2005 [28] und Gerber et al. 1996 [38] beschrieben, während Bartl et al. 2011 [6] einen signifikanten Einfluss im Rahmen der Ergebnisse im Kurzzeit-Follow-Up nach ASK demonstrierten. Im untersuchten Patientenkollektiv zeigte sich zudem eine Korrelation zwischen einem längeren symptomatischen Intervall und einem späteren Return-to-Sport. Die Zeit zwischen dem erlittenen Trauma bzw. dem Einsetzen der Beschwerden und der operativen Versorgung scheint somit ein ausschlaggebender Faktor für das postoperative Ergebnis zu sein.

Intraoperativ wurde schließlich die Rupturgröße (nach Fox & Romeo [31]) und Sehnenretraktion (in Anlehnung an Patte et al. [88]) bestimmt. Ausgeprägte Befunde, entsprechend Typ 3 und 4 nach Fox & Romeo [31] zeigten sich in 19 Fällen (54,3%). Eine fortgeschrittene Retraktion der Sehne, Grad 2 und 3 in Anlehnung an Patte [88], wurde bei 17 Patienten (48,6%) diagnostiziert. Größere Rupturen korrelierten, wie eine vermehrte Sehnenretraktion, nicht mit schlechteren Befunden im Rahmen der erhobenen klinischen Scores oder schlechteren Kraftwerten. Es konnte lediglich ein Trend hinsichtlich einer verminderten Kraftentwicklung in BP-Position im Vergleich zur Gegenseite für Rupturen größer als Typ 2 nach Fox & Romeo [31] ermittelt werden (Betroffen: MW = 59,0 / Kontralat.: MW = 70,2), dieser war jedoch statistisch nicht signifikant. Nové-Josserand et al. berichteten 2016 in ihrer Arbeit zum Einfluss der Sehnenretraktion und Rupturgröße als Prädiktoren für ein entsprechendes postoperatives Ergebnis von vergleichbaren Ergebnissen [85]. Hasler et al. bestätigten 2019 ebenfalls die Unabhängigkeit der klinischen Resultate nach arthroskopischer Versorgung von der Größe der SSC-Läsion [51]. Radiologisch hingegen zeigte sich im Rahmen dieser Studie ein Zusammenhang von ausgeprägten intraoperativen

Befunden und verminderten kranial-transversalen Muskeldurchmessern, sowohl bezüglich der Rupturgröße, als auch hinsichtlich der Sehnenretraktion. Dies deutet auf eine verminderte Regeneration des kranialen Sehnenansatzes nach Läsionen entsprechend Typ 3 und 4 nach Fox & Romeo [31] oder einer Sehnenretraktion von Grad 2 und 3 in Anlehnung an Patte [88] hin. Hinweise auf den negativen Einfluss, insbesondere der präoperativen Sehnenretraktion, auf den Heilungsprozess im Bereich der kranialen SSC-Anteile wurden ebenfalls bereits in der bestehenden Literatur beschrieben [85], jedoch standen hierbei vorwiegend die Re-Rupturrate oder klinische Einschränkungen im Vordergrund. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte zudem der Trend einer Korrelation zwischen ausgeprägten Rupturen und im Verlauf vermehrter fettiger Degeneration des Muskels (\geq Grad 2 in Anlehnung an Fuchs und Goutallier [32, 41]) beobachtet werden, jedoch war dieser nicht statistisch signifikant. Nové-Josserand et al. hingegen konnten diesbezüglich einen statistisch signifikanten Zusammenhang aufzeigen [84].

Die operative Versorgung erfolgte bei 17 Patienten (48,6%) in arthroskopischer und bei 18 Patienten (51,4%) in offen-chirurgischer Technik. Es bestand keine Korrelation zwischen der Rupturgröße oder der Sehnenretraktion und dem gewählten Verfahren. Zudem hatten weder das symptomatische Intervall, noch das Alter der Patienten bei der Operation Einfluss auf die gewählte Operationstechnik. Mit einem mittleren Follow-Up von 98,4 Monaten in der Gruppe der arthroskopisch versorgten Patienten und 116,8 Monaten in der offen-chirurgisch therapierten Gruppe bestanden sehr gute Voraussetzungen für eine Evaluation der Langzeitergebnisse beider Kollektive.

Radiologisch konnte eine signifikante Minderung des kranial-transversalen Muskeldurchmessers innerhalb der offen-chirurgisch versorgten Patientengruppe ermittelt werden. Anhand der Auswertung des Quotienten aus kranialem und kaudalem Muskeldurchmesser zeigte sich zudem der Verdacht auf eine signifikant geringere Atrophie des kranialen Subscapularisanteils nach Arthroskopie. Dies lässt auf einen relevanten Einfluss der OP-Technik auf die kraniale Atrophie des SSC-Muskels im Langzeit-Verlauf schließen. Jedoch war im Rahmen der klinischen Untersuchungen und der Kraftmessungen kein

statistisch signifikanter Unterschied nachvollziehbar, da sich weder vermehrt positive Ergebnisse im BP- oder LO-Test für die offen-chirurgisch therapierte Gruppe zeigten, noch ließen sich signifikant bessere Kraftwerte in der ASK-Gruppe eruieren. Weiterführende Studien, sowie eine valide Klassifikation zur Evaluation der Muskelatrophie des SSC (vgl. „tangent-sign“ nach Zanetti et al. [132], Atrophie nach Thomazeau et al. [115] für den SSP) wären in diesem Zusammenhang notwendig. Im Hinblick auf eine fettige Degeneration konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden operativen Verfahren beobachtet werden. Dies entspricht den Ergebnissen von Nové-Josserand et al. von 2012, welche von einer Zunahme der fettigen Infiltration in 55% der Fälle nach ASK und 62% der Fälle nach offen-chirurgischer Versorgung berichten [84].

In der bestehenden Literatur existieren bisher jedoch keine Arbeiten die prospektiv, randomisiert ein rein arthroskopisches und ein offen-chirurgisches Vorgehen vergleichen. Hinsichtlich der Ankeranzahl und -positionierung im Rahmen der operativen Therapie finden sich kontroverse Aussagen. So fanden Yoon et al. [131] keine relevanten Unterschiede in den postoperativen Ergebnissen nach Rekonstruktion in Single- oder Double-Row-Technik, während Saltzman et al. [104] in einem Review von 2017 verminderte Komplikationsraten bei der Verwendung einer Double-Row-Technik beschrieben. Die detaillierte Evaluation der verschiedenen Rekonstruktionstechniken war jedoch nicht Teil dieser Erhebung.

Postoperativ zeigte sich kein Hinweis auf neurovaskuläre Komplikationen, Wund- oder Gelenkinfektionen sowie Hämatome. Die in der bestehenden Literatur beschriebene niedrige Komplikationsrate im kurzen und mittleren Follow-Up kann somit in dieser Studie bestätigt werden [6].

Der Return-to-Sport erfolgte im untersuchten Patientenkollektiv nach im Schnitt 8,4 Monaten. 34 der 35 Studienteilnehmer (97,1%) erreichten postoperativ ein vergleichbares sportliches Niveau im Langzeitverlauf. Entsprechende Beobachtungen machten Bart et al. [7], allerdings besteht eine starke Abhängigkeit vom individuellen Anspruch der jeweiligen Patienten. Studienteilnehmer mit einem kürzeren symptomatischen Intervall fanden hierbei schneller

zurück in den sportlichen Alltag. Dies bestätigten die besseren Befunde im Rahmen der Erhebung der klinischen Scores (s.u.). Vergleichbare, funktionell bessere Ergebnisse nach kürzeren symptomatischen Intervallen demonstrierten bereits Bartl et al. nach ASK sowie Edwards et al. und Gerber et al. nach offen-chirurgischer Sehnenrekonstruktion [6, 28, 38].

Nach durchschnittlich mehr als acht Jahren Follow-Up zeigte sich in der körperlichen Untersuchung eine gute ROM der betroffenen Schulter. Entsprechend den Beobachtungen von Hasler et al. [51] erreichten die meisten Studienteilnehmer ein gutes Ergebnis hinsichtlich der Innenrotation in der betroffenen Schulter. Im Vergleich zur Gegenseite persistierte dennoch eine signifikante Einschränkung der aktiven Innenrotation, wie von Seppel et al. im Langzeitintervall beschrieben [108]. Die in einigen Arbeiten aufgeführte Einschränkung der aktiven Außenrotation nach operativer SSC-Sehnenrekonstruktion konnte für das vorliegende Patientenkollektiv nicht bestätigt werden [7]. Es zeigte sich lediglich eine geringfügige, nicht signifikante Differenz mit Mittelwerten von 57,4° für die betroffene und 61,3° für die gesunde Seite. Die OP-Technik hatte hierbei keinerlei Einfluss. Lediglich ein höheres Patientenalter korrelierte mit einer geringeren postoperativen Innenrotationsfähigkeit der Schulter.

Die klinische Beurteilung der Muskelfunktion lieferte bei 25,7% (9/35) ein positives Ergebnis in einem oder mehreren SSC-spezifischen Tests. Entsprechend vorherigen Arbeiten [6, 7, 28, 38, 69, 84] konnte somit auch im Langzeit-Follow-Up eine signifikante Verbesserung im Vergleich zu den präoperativen Befunden (88,6%) bestätigt werden. In 6 Fällen (17,1%) zeigte sich entweder ein positiver Belly-Press- und/oder Bear-Hug-Test, was für eine persistierende Schwäche vorwiegend des kranialen SSC-Muskels spricht. Ähnliche Beobachtungen hinsichtlich einer (partiellen) Insuffizienz wurden bereits von Gerber et al. 1996 [38] und Edwards et al. 2005 [28] (20% bzw. 30% mit postoperativ positivem BP- und LO-Test) nach offen-chirurgischer Rekonstruktion sowie von Bart et al. [6], Lafosse et al. [69] oder Nové-Josserand et al. [84] in ca. 25% der Fälle für ein arthroskopisch versorgtes Patientenkollektiv beschrieben. Ein statistischer Zusammenhang mit dem Patientenalter, dem symptomatischen Intervall, der OP-Technik, Rupturgröße oder Sehnenretraktion bestand nicht.

Trotz klinisch, persistierender Einschränkungen gaben 94,3% der Studienteilnehmer an mit dem postoperativen Resultat im Langzeitintervall subjektiv „sehr zufrieden“ oder „zufrieden“ zu sein. Den Zustand der Schulter beschrieben 71,4% der Patienten (25/35) als normal. Mit dem Resultat gänzlich „unzufrieden“ zu sein bzw. von einem „schlechten Zustand“ der Schulter wurde lediglich in einem Fall berichtet (2,9%). Dies entspricht der hohen subjektiven Patientenzufriedenheit der Nachuntersuchungen im Kurzzeit-Follow-Up [6].

Hinsichtlich der erhobenen Scores konnte eine deutliche Verbesserung bezüglich der erzielten Werte im Constant-Score im Vergleich zu den präoperativen Befunden bestätigt werden. Eine Steigerung von durchschnittlich 47,7 auf 76,8 erreichte Punkte zeigt, dass Patienten in Hinblick auf die Schulterfunktion auch im Rahmen der Langzeitergebnisse von einer operativen Sehnenrekonstruktion profitieren. Werden die Resultate abhängig des Alters und Geschlechts gewichtet (AGRCs nach Boehm et al. 1997 und Gerber et al. 1992) ergibt sich mit einem mittleren Wert von 92,3% ein „ausgezeichnetes“ Ergebnis [11, 37]. Vergleicht man den ermittelten Score jedoch mit Arbeiten anhand eines kurz- und mittelfristigen Follow-Ups, so berichteten Bartl et al. 2011, Lafosse et al. 2007 und Grueninger et al. 2014 von einem noch besseren funktionellen Outcome im Rahmen des Constant-Scores (Bartl et al.: 82,4; Lafosse et al.: 84,0; Grueninger et al.: 89,3) [6, 45, 69]. Dies lässt schließen, dass es im postoperativen Langzeitverlauf nach mehr als 8 Jahren erneut zu einer leichten Verschlechterung der Schulterfunktion kommt. Ähnliche Beobachtungen zeigten Liu et al. mit einem mittleren Constant-Score von 75,4 im 10-Jahres-Follow-Up [71]. Wie bereits erwähnt konnte im Rahmen der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass ein längeres symptomatisches Intervall mit einem signifikant schlechteren Ergebnis im Constant-Score einhergeht. Dies bestätigten Bartl et al. [6], Edwards et al. [28] und Gerber et al. [38] ebenfalls in ihren Arbeiten.

Mit einem durchschnittlichen VAS-Score von 1,0 bei 74,3% der Patienten (26/35), die laut eigener Angabe keinerlei Schmerzen mehr im Bereich der operierten Schulter hatten ($\hat{=}$ VAS 0), zeigte sich diesbezüglich ein sehr gutes Langzeitergebnis. Auswirkungen im Rahmen der Auswertung hatte auch hier ein längeres symptomatisches Intervall. Es konnte nachgewiesen werden, dass ein längerer Zeitraum zwischen Trauma/Symptombeginn und einer operativen

Versorgung zu signifikant höheren Werten im VAS-Score und somit vermehrten Schmerzen im Langzeit-Outcome führt.

Die subjektiven Einschätzungen des OP-Ergebnisses hinsichtlich der Beschwerdefreiheit im Alltag ergaben gute Resultate. Dies zeigte die Auswertung des SST, ASES- und DASH-G-Scores. Eine Verbesserung der Alltagsfunktion der Schulter im Langzeitverlauf wurde anhand der Steigerung des SST zu präoperativen Werten bestätigt (SST-Durchschnitt präop.: 6,2 / postop.: 10,6). Ein längeres symptomatisches Intervall spiegelte sich signifikant in schlechteren Werten im ASES-Score wieder. Offen-chirurgisch versorgte Patienten wiesen keinen Unterschied im Bereich der erhobenen klinischen Scores zur Gruppe der arthroskopisch Operierten auf. Eine Korrelation mit verminderten Werten im Constant- (inkl. AGRCs) und ASES-Score konnte jedoch bei Patienten mit erhöhtem BMI beobachtet werden. Dies wurde bisher in anderweitigen Studien nicht untersucht oder beschrieben und bedarf einer weiteren Verifizierung. Die Evaluation des postoperativen Ergebnisses erfolgt im VAS-ASES-, DASH-G-Score oder SST lediglich subjektiv und ist aus diesem Grund sehr eingeschränkt in ihrer Aussagekraft. Die Ergebnisse sollten abschließend in Zusammenhang mit den Resultaten der klinischen, objektiven Befunde eingeordnet werden. Zudem muss die Gültigkeit des Constant-Scores zur Beschreibung der Schulterfunktion nach einer operativen Rekonstruktion der SSC-Sehne kritisch betrachtet werden, da dieser keine Beurteilung bezüglich der Innenrotationskraft im gleno-humeralen Gelenk berücksichtigt. Die SSC-Funktion kann somit durch alleinige Auswertung der klinischen Scores nicht adäquat erfasst werden. [28]

Für die Objektivierung der Innenrotationskraft erfolgten im Rahmen dieser Studie Kraftmessungen mittels einer eigens zu diesem Zweck entwickelten Kraftmessplatte, sowie eines ISOBEX-Messgeräts. Die Auswertung dieser Versuche ergab ein signifikantes Kraftdefizit der betroffenen Seite im Vergleich zur kontralateralen, gesunden Seite in Belly-Press-Position. Die Messwerte in Lift-Off-Position zeigten zwar ebenfalls den Trend einer schwächeren, operierten Seite, jedoch war dieser nicht statistisch signifikant. Die Ergebnisse

der Kraftmessungen sprechen somit ebenfalls für eine persistierende partielle Insuffizienz des SSC-Muskels im Langzeit-Follow-Up. Da dies insbesondere in Belly-Press-Position signifikant war, scheint vorwiegend der kraniale Muskelanteil betroffen zu sein [118]. Die gemeinsame Kraftentwicklung der Innenrotatoren am gleno-humeralen Gelenk war im Rahmen der Untersuchungen dieser Studie im Seitenvergleich nicht beeinträchtigt. Dies zeigt, dass in der untersuchten „0-Stellung“ die synergistische Muskulatur eine mögliche Kraftminderung des SSC-Muskels kompensieren kann. Bartl et al. berichteten 2011 nach einem Follow-Up von 27 Monaten noch von einer signifikant verminderten Kraftentwicklung, sowohl in Belly-Press, als auch in Lift-Off-Position [6]. Es lässt sich somit vermuten, dass im Langzeitverlauf nach operativer Rekonstruktion der kaudale Muskelanteil suffizient regeneriert, jedoch die vollkommene Wiederherstellung der Funktion des kranialen SSC nur partiell möglich ist.

Die Auswertung der MRT-Bildgebungen dieser Langzeitstudie zeigte in einem Fall eine partielle Re-Ruptur des oberen Sehnenanteils. In einem weiteren Fall kam es bereits im Kurzzeit-Follow-Up zu einem Ausriss der Knochenanker und darauffolgender Revisionsoperation. Somit wurde im Langzeitverlauf in 5,7% der Fälle eine Re-Ruptur der SSC-Sehne nach operativer Rekonstruktion diagnostiziert. Beide Patienten wurden initial arthroskopisch versorgt. Die sich daraus erschließende Re-Rupturrate der ASK Gruppe von 11,8% entspricht den Angaben der bestehenden Literatur. Lafosse et al. [69], Bartl et al. [6] und Heikenfeld et al. [55] berichteten in diesem Zusammenhang von Werten im Bereich von 5-12% im kurz- bis mittelfristigen Follow-Up-Zeitraum, während Hasler et al. [51] und Liu et al. [71] mit 2,8% und 12,9% ähnliche Befunde im Langzeitintervall beobachtet haben. Folglich können die sehr guten strukturellen Ergebnisse der SSC-Sehnenrekonstruktion auch nach durchschnittlich mehr als 8 Jahren Follow-Up bestätigt werden. Im Rahmen der radiologischen Untersuchungen wurde das Patientenkollektiv zudem auf Anzeichen einer vermehrten Degeneration des SSC-Muskels überprüft. Hierbei waren eine mögliche fettige Degeneration sowie eine Muskelatrophie die entscheidenden Parameter.

Bei 80% der Studienteilnehmer, die sich für eine MRT-Untersuchung bereit erklärten, bestanden Hinweise auf eine Infiltration des Muskels mit Fettgewebe. Jedoch lediglich in fünf Fällen (20%) zeigte sich ein hochgradiger Befund entsprechend Grad 3 und 4 in Anlehnung an Fuchs und Goutallier [32, 41]. Diese Patienten wiesen ebenfalls positive Befunde in einem oder mehreren SSC-spezifischen Tests auf. Eine fettige Degeneration \geq Grad 2 [32, 41] korrelierte mit verminderten Kraftwerten in BP- und LO-Position, als auch bei Überprüfung der Innenrotationskraft in 0-Position. Der Trend einer positiven Korrelation von Rupturgröße und dem Grad der Infiltration mit Fettgewebe stellte sich statistisch als nicht signifikant heraus. Ähnliche Beobachtungen berichteten Nové-Josserand et al. [85]. Die Versorgung mittels offener oder arthroskopischer OP-Technik stellte, wie in der bestehenden Literatur beschrieben [84], hierbei auch für dieses Patientenkollektiv keinen relevanten Einflussfaktor dar.

Die Ergebnisse der MRT-Untersuchungen bezüglich der fettigen Degeneration führen zu der Vermutung, dass es zwar im Verlauf zu einer vermehrten Degeneration in Form einer Umwandlung von Muskel in Fettgewebe kommt, jedoch lediglich die eher seltenen, hochgradigen Befunde (Grad 3 und 4 in Anlehnung an Fuchs und Goutallier [32, 41]) klinisch relevant sind. Im kurzen Nachuntersuchungsintervall berichteten Bartl et al. [6], Lafosse et al. [69] und Gerber et al. [39] noch von keinem Hinweis auf eine signifikant zunehmende Infiltration des SSC-Muskels mit Fettgewebe. Nach mittleren Follow-Up-Zeiträumen kamen Nové-Josserand et al. [84] und Toussaint et al. [119] zu dem Schluss, dass es zwar im Verlauf nach erfolgreicher Sehnenrekonstruktion zu einer zunehmenden fettigen Degeneration des SSC-Muskelgewebes kommt, diese jedoch im Rahmen der klinischen Befunde nicht eindeutig relevant ist, da keine Korrelation mit positiven SSC-spezifischen Tests besteht. Liu et al. [71] berichteten im Langzeitverlauf ebenfalls, trotz einer MR-morphologisch vollständig verheilten Sehne, von einer Zunahme der Durchsetzung des Muskels mit Fettgewebe. Für eine abschließende Beurteilung und Verifizierung des Einflusses der postoperativen fettigen Degeneration auf die klinischen Ergebnisse sind größere, randomisierte Studien notwendig.

Bei Betrachtung der Querschnittsfläche im Vergleich mit der beschriebenen Kontrollgruppe zeigte sich die Tendenz einer globalen Atrophie des SSC-Muskels (Patientenkollektiv: MW = 1902,8 / Kontrollgruppe: MW = 2133,5), jedoch ohne statistische Signifikanz. Ein Hinweis auf einen Rückgang des Muskelgewebes bestand vor allem im Bereich der kranialen Muskelanteile. In der Auswertung der MRTs konnte ein hochsignifikant verminderter kranial-transversaler Muskeldurchmesser bei Patienten nach operativer SSC-Rekonstruktion beobachtet werden. Auch die Ratio aus KRTD zu KATD war im Vergleich zur Kontrollgruppe verringert. Dies deutet auf eine Atrophie der oberen Muskelanteile im Langzeit-Follow-Up hin und wird durch die klinischen Befunde, sowie die Ergebnisse aus den Kraftmessungen bekräftigt. Jedoch muss beachtet werden, dass lediglich der Vergleich mit der gesunden, unverletzten Schulter des jeweiligen Patienten eine verlässliche Referenz für die Evaluation der Muskelatrophie darstellen kann. Eine suffiziente Einschätzung des Langzeit-Follow-Ups anhand einer Kontrollgruppe kann diesbezüglich somit nicht abschließend erfolgen. Die Tendenz einer Atrophie des kranialen Muskelanteils wurde ebenfalls bereits durch Bartl et al. [6] im kurzen Nachuntersuchungsintervall beschrieben. Der signifikante Zusammenhang der radiologischen Befunde mit den Ergebnissen der SSC-spezifischen Kraftentwicklung (s.o.) im Rahmen dieser Studie bestätigt dies. So zeigte sich eine Korrelation zwischen geringeren Muskelquerschnittsflächen und verminderten Kraftwerten in BP-Position. Entsprechend den elektromyografischen Untersuchungen von Tokish et al. [118] wiesen Patienten mit einem geringeren KRTD und einem verminderten Quotienten aus beiden transversalen Durchmessern, jeweils signifikant schlechtere Kraftwerte in BP-Position auf. Bartl et al. [6] berichteten in diesem Zusammenhang von einem signifikanten Zusammenhang zwischen Zeichen einer kranialen Atrophie und positiven Befunden im BP-Test. Ähnliche Ergebnisse konnten im Rahmen dieser Erhebung gezeigt werden. So korrelierten ein niedriger Quotient aus KRTD/KATD mit einem oder mehreren positiven Befunden in den SSC-spezifischen klinischen Tests ($p = 0,029$). Entgegen der naheliegenden Vermutung auf Basis der Beobachtungen von Tokish et al. [118], korrelierten geringe Messwerte des KATD nicht mit einer Reduktion der Kraft in LO-Position.

In der Analyse möglicher prädiktiver Parameter zeigte sich der Hinweis auf eine vermehrte kraniale Atrophie nach offen-chirurgischer Versorgung, da sowohl die kranialen Muskeldurchmesser als auch die o.g. Ratio im Vergleich zur ASK-Gruppe signifikant vermindert waren. Hingegen berichteten Nové-Josserand et al. von einem vermehrten Ausdünnen der Sehne nach arthroskopischer Versorgung im Vergleich zur offenen OP-Technik [84]. Dies wurde vorwiegend auf größere Rupturen bezogen und mit einer besseren Mobilisation und Refixationsmöglichkeit der Sehne bei offen-chirurgischem Vorgehen erklärt. Weiterführende Studien wären in diesem Zusammenhang notwendig, um den Einfluss der OP-Technik auf Sehnenheilung bzw. Muskelatrophie zu bestätigen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte zudem eine Korrelation zwischen der Rupturgröße und der Sehnenretraktion mit einer vermehrten kranialen Atrophie des Muskels gezeigt werden.

Dies führt zu der Annahme, dass die Rupturgröße und Sehnenretraktion im Langzeitverlauf negative Prädiktoren für einen Rückgang des kranialen Muskelgewebes sind. Jedoch stellt sich die Fallzahl für eine abschließende Beurteilung als zu klein dar. Vergleichbare Arbeiten mit einer dezidierten Evaluation der SSC-Atrophie anhand der Muskelquerschnittsflächen und -durchmesser im mittleren oder Langzeit-Follow-Up nach operativer Rekonstruktion existierten zum Zeitpunkt dieser Erhebung in der bestehenden Literatur nicht.

Zusammenfassend ist entsprechend den Beobachtungen von Nové-Josserand et al. anhand der Rupturgröße und der Sehnenretraktion keine klare Prognose für das postoperative Ergebnis, sowohl im kurzfristigen als auch im langfristigen Verlauf, möglich [85]. Parameter wie die Rupturgenese oder das Patientenalter konnten ebenfalls nicht als verlässliche Prädiktoren bestätigt werden. Hingegen geht ein längeres symptomatisches Intervall mit schlechteren Befunden im Rahmen der klinischen Scores, sowie einem verlängerten Return-to-Sport einher und stellt somit auch im Langzeitverlauf einen entscheidenden Faktor für bessere Resultate der operativen Versorgung dar. Dies bestätigten auch die Erkenntnisse aus der bereits erwähnten bestehenden Literatur [6, 7, 28, 38, 108]. Ein signifikanter Unterschied zwischen einer rein arthroskopischen Versorgung und der offen-chirurgischen OP-Technik

bestand weder im Rahmen der klinischen als auch der radiologischen Ergebnisse. Lediglich der Hinweis auf eine vermehrte kraniale Atrophie nach offener Operation verbleibt zu überprüfen. Wie bereits in vorangegangenen Arbeiten beschrieben, persistiert auch im Langzeit-Follow-Up, trotz subjektiv zufriedenstellender Resultate, klinisch eine signifikante partielle Insuffizienz der kranialen SSC-Muskelanteile [6, 28, 38, 69, 84, 108]. Eine Korrelation mit möglichen negativen oder positiven Prädiktoren konnte bisher jedoch nicht eindeutig nachgewiesen bzw. bestätigt werden. Im postoperativen Verlauf kommt es trotz sehr guter Ergebnisse hinsichtlich des Heilungsprozesses der SSC-Sehne zu einer zunehmenden fettigen Degeneration des Muskelgewebes. Dies konnte im Rahmen dieser Studie sowie einer Vielzahl vergleichbarer Arbeiten gezeigt werden [6, 39, 69, 71, 84, 108, 119]. Die Ursachen und die klinische Relevanz verbleiben jedoch nicht eindeutig bewiesen. Diesbezüglich ist bisher weder ein Zusammenhang mit Prädiktoren wie bspw. der Rupturgröße oder Sehnenretraktion nachgewiesen [85], noch ist eine Korrelation mit positiven klinischen Tests wie BP- und LO-Test oder funktionell schlechteren Ergebnissen im Constant-Score bestätigt [84, 119]. Die Langzeitergebnisse dieser Studie können jedoch einen Anlass für weiterführende Erhebungen bieten, da Hinweise auf Einschränkungen bedingt durch die fettige Degeneration des SSC-Muskels, insbesondere hinsichtlich der Kraftentwicklung, dargestellt werden konnten. Ebenso muss die in dieser Studie ermittelte kraniale Atrophie des SSC-Muskels im Langzeitverlauf und deren relevante Prädiktoren wie bspw. die Rupturgröße, Sehnenretraktion und OP-Technik sowie die klinische und funktionelle Relevanz in weiterführenden Arbeiten mit einer größeren Fallzahl überprüft werden. Weiter existierte zum Zeitpunkt der Auswertung der Studienergebnisse keine validierte Klassifikation für die abschließende Beurteilung der SSC-Atrophie.

Die Ergebnisse aus dieser Langzeitstudie zeigen sich vereinbar mit den in der Literatur beschriebenen Resultaten nach kurz- und mittelfristigen Follow-Up-Zeiträumen [2, 6, 7, 9, 27, 28, 33, 36, 38, 45, 55, 68, 69, 84, 119].

Die angenommene Hypothese kann somit bestätigt werden.

Die vorliegende Studie hat verschiedene Limitationen, die in der Bewertung und Einordnung der ermittelten Ergebnisse miteinbezogen werden müssen. Aufgrund des langen Nachuntersuchungsintervalls (durchschnittlich >8 Jahre) kam es zu einem nicht unerheblichen Lost-to-Follow-Up. Nicht alle Studienteilnehmer erklärten sich bereit, eine erneute MRT-Bildgebung der betroffenen Schulter anfertigen zu lassen, vorwiegend aufgrund von klaustrophobischen Ängsten. Da isolierte SSC-Rupturen eine vergleichsweise seltene Entität sind und zudem strenge Ausschlusskriterien zugrunde gelegt wurden, war die analysierte Fallzahl sehr gering. Dies kann die statistische Auswertung beeinflussen und zu einem Selektionsbias führen. Um insbesondere die radiologischen Ergebnisse noch besser beurteilen zu können und die gewonnenen Erkenntnisse zu stützen, wäre eine zusätzliche MRT-Bildgebung der kontralateralen, gesunden Schulter von großem Wert gewesen. Die Aussagekraft anhand des Vergleichs mit den Befunden einer Kontrollgruppe muss diesbezüglich in Frage gestellt werden. Zudem könnte anhand einer validierten Klassifikation für die Atrophie des M. subscapularis (bspw. in Anlehnung an Zanetti et al. [132] oder Thomazeau et al. [115] für die Atrophie des SSP-Muskels) die Wertung der radiologischen Befunde weiter optimiert und die Aussagekraft dieser Studie verbessert werden.

Die Stärken dieser Arbeit liegen darin, die erste und umfangreichste Erhebung hinsichtlich der Langzeitergebnisse nach operativer SSC-Sehnenrekonstruktion zu sein. Dies gilt insbesondere für reproduzierbare Daten nach arthroskopischer Versorgung. Es existieren bis zum Zeitpunkt dieser Datenerhebung keine Langzeitstudien, die sowohl das klinisch-radiologische Outcome, als auch die objektive, quantitative Kraftentwicklung untersucht haben.

6 SCHLUSSFOLGERUNG

Nach einem durchschnittlichen Follow-Up von mehr als 8 Jahren zeigen sich für die operative Rekonstruktion nach isolierten SSC-Sehnenrupturen vielversprechende Ergebnisse. Im Großteil der Fälle (94,3%) bleibt ein „normaler“ bis „fast normaler“ Funktionszustand der betroffenen Schulter auch im Langzeitverlauf erhalten, was für die Patienten zu einem zufriedenstellenden OP-Ergebnis führt. Die Betroffenen sind meist (74,3%) dauerhaft schmerzfrei und in der Lage Alltagsbelastungen beschwerdefrei durchzuführen. Ein Return-to-Sport ist in nahezu allen Fällen nach einer mittleren Rehabilitationszeit von 8,4 Monaten möglich. Obwohl leichte Einschränkungen der Innenrotationsbewegung und ein Kraftdefizit insbesondere des kranialen Muskelanteils persistieren, zeigen sich sehr gute Resultate in den erhobenen klinischen Scores. Diese Befunde sind mit den Ergebnissen von kurz- und mittelfristigen Verlaufsstudien vereinbar. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen einer operativen Versorgung mittels arthroskopischer Ankerrefixation und der offenchirurgischen OP-Technik hinsichtlich der Re-Rupturrate, den klinischen Scores oder einem postoperativen Kraft- bzw. Funktionsdefizit. Unabhängig davon weisen jedoch die Ergebnisse der SSC-spezifischen Tests sowie die Resultate aus den quantitativen Kraftmessungen auf eine persistierende, partielle Insuffizienz des kranialen Muskelanteils hin. Als radiologisches Korrelat zeigten sich Hinweise auf eine vermehrte kraniale Atrophie des Muskels. Je nach Schweregrad und fettiger Degeneration spiegelte sich diese in einer Minderung der Innenrotationskraft im Seitenvergleich bis hin zu positiven klinischen Tests wieder und führte potentiell zu einem Rezidiv von Beschwerden. Vor allem ein kurzes symptomatisches Intervall scheint positiven Einfluss auf das postoperative Ergebnis, sowohl im Kurz- als auch Langzeitverlauf, zu haben. Dies konnte im Rahmen der ermittelten Scores (Constant, ASES, VAS) gezeigt werden. Faktoren wie die Rupturgröße, die Sehnenretraktion, die Rupturgenese oder die Mitversorgung der LBS hatten dagegen keine Auswirkungen auf die klinischen Langzeitergebnisse. Um den Einfluss der im Rahmen dieser Studie herausgearbeiteten Parameter auf die (kraniale) Atrophie des SSC-Muskels abschließend beurteilen zu können,

muss diese vorerst klar definiert und klassifiziert werden. Dies kann ein möglicher Ansatzpunkt für weitere, auf dieser Arbeit aufbauende, Studien sein.

7 LITERATURVERZEICHNIS

1. Achtnich A, Braun S, Imhoff AB, Martetschläger F (2017) Isolated lesions of the lower subscapularis tendon: diagnosis and management. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 25:2182-2188
2. Adams CR, Schoolfield JD, Burkhart SS (2008) The results of arthroscopic subscapularis tendon repairs. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 24:1381-1389
3. Atroshi I, Gummesson C, Andersson B, Dahlgren E, Johansson A (2000) The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: reliability and validity of the Swedish version evaluated in 176 patients. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 71:613-618
4. Balvanyosy P (1990) Static stabilizers of the shoulder joint. *Der Unfallchirurg* 93:27-31
5. Barth JR, Burkhart SS, De Beer JF (2006) The bear-hug test: a new and sensitive test for diagnosing a subscapularis tear. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 22:1076-1084
6. Bartl C, Salzmann GM, Seppel G, Eichhorn S, Holzapfel K, Wörtler K, Imhoff AB (2011) Subscapularis function and structural integrity after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *The American journal of sports medicine* 39:1255-1262
7. Bartl C, Scheibel M, Magosch P, Lichtenberg S, Habermeyer P (2011) Open repair of isolated traumatic subscapularis tendon tears. *The American journal of sports medicine* 39:490-496
8. Bauer G, Kniessel B (2006) Die arthroskopische Rotatorenmanschettenrekonstruktion. *Der Unfallchirurg* 109:619-627
9. Bennett WF (2003) Arthroscopic repair of isolated subscapularis tears: a prospective cohort with 2-to 4-year follow-up. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 19:131-143
10. Bigliani LU, Cordasco FA, McIlveen SJ, Musso ES (1992) Operative repair of massive rotator cuff tears: long-term results. *Journal of shoulder and elbow surgery* 1:120-130
11. Boehm T, Mueller T, Rehwald C, Gohlke F, Barthel T, Eulert J (1997) Age and sex related constant Murley score. *Journal of shoulder and elbow surgery* 6:194
12. Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG (2005) Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus: does the tendon really heal? *JBJS* 87:1229-1240
13. Bokor D, Conboy V, Olson C (1999) Anterior instability of the glenohumeral joint with humeral avulsion of the glenohumeral ligament: a review of 41 cases. *JBJS British volume* 81:93-96
14. Braune C, Gramlich H, Habermeyer P (2000) Der makroskopische Aspekt der Rotatorenmanschettenruptur bei traumatischen und atraumatischen Rupturformen. *Der Unfallchirurg* 103:462-467
15. Burkhart SS (1991) Arthroscopic treatment of massive rotator cuff tears. Clinical results and biomechanical rationale. *Clinical orthopaedics and related research*:45-56
16. Burkhart SS, Tehrany AM (2002) Arthroscopic subscapularis tendon repair: technique and preliminary results. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic Related Surgery* 18:454-463

17. Burkhart SS, Brady PC (2006) Arthroscopic subscapularis repair: surgical tips and pearls A to Z. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic Related Surgery* 22:1014-1027
18. Changulani M, Okonkwo U, Keswani T, Kalairajah Y (2008) Outcome evaluation measures for wrist and hand—which one to choose? *International orthopaedics* 32:1-6
19. Chao S, Thomas S, Yucha D, Kelly IV JD, Driban J, Swanik K (2008) An electromyographic assessment of the “bear hug”: an examination for the evaluation of the subscapularis muscle. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 24:1265-1270
20. Clark RJ, Marchessault J, Sizer PS, Slaughterbeck J (2002) Isolated traumatic rupture of the subscapularis tendon. *The Journal of the American Board of Family Practice* 15:304-308
21. Codman E (1934) *The Shoulder*. 123-177
22. Codman E, Peltier LF (1990) The Classic: Rupture of the supraspinatus tendon. *Clinical orthopaedics and related research* 254:3-26
23. Cofield RH, Parvizi J, Hoffmeyer PJ, Lanzer WL, Ilstrup DM, Rowland CM (2001) Surgical repair of chronic rotator cuff tears: a prospective long-term study. *JBJS* 83:71
24. Cohen DB, Kawamura S, Ehteshami JR, Rodeo SA (2006) Indomethacin and celecoxib impair rotator cuff tendon-to-bone healing. *The American journal of sports medicine* 34:362-369
25. Constant C, Murley A (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clinical orthopaedics and related research*:160-164
26. Denard PJ, Jiwani AZ, Lädermann A, Burkhart SS (2012) Long-term outcome of a consecutive series of subscapularis tendon tears repaired arthroscopically. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 28:1587-1591
27. Deutsch A, Altchek DW, Veltri DM, Potter HG, Warren RF (1997) Traumatic tears of the subscapularis tendon: clinical diagnosis, magnetic resonance imaging findings, and operative treatment. *The American journal of sports medicine* 25:13-22
28. Edwards TB, Walch G, Sirveaux F, Molé D, Nové-Josserand L, Boulahia A, Neyton L, Szabo I, Lindgren B (2005) Repair of tears of the subscapularis. *JBJS* 87:725-730
29. Edwards TB, Walch G, Nové-Josserand L, Boulahia A, Neyton L, O'Connor DP, Williams MD (2006) Arthroscopic debridement in the treatment of patients with isolated tears of the subscapularis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 22:941-946
30. Faruqi S, Wijdicks C, Foad A (2014) Sensitivity of physical examination versus arthroscopy in diagnosing subscapularis tendon injury. *Orthopedics* 37:e29-e33
31. Fox JA, Noerdlinger MA, Romeo AA (2003) Arthroscopic subscapularis repair. *Techniques in Shoulder and Elbow Surgery* 4:154-168
32. 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. *Journal of shoulder and elbow surgery* 8:599-605
33. Fuchs B, Gilbert MK, Hodler J, Gerber C (2006) Clinical and structural results of open repair of an isolated one-tendon tear of the rotator cuff. *JBJS* 88:309-316
34. Gausden EB, McCarthy MM, Kontaxis A, Corpus KT, Gulotta LV, Kelly AM (2017) Subscapularis tendon loading during activities of daily living. *Journal of shoulder and elbow surgery* 26:331-336

35. George MS, Khazzam M, Kuhn JE (2011) Humeral avulsion of glenohumeral ligaments. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 19:127-133
36. Gerber C, Krushell RJ (1991) Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *JBJS British volume* 73:389-394
37. Gerber C, Arneberg O (1992) Measurement of abductor strength with an electronical device (Isobex). *Journal of shoulder and elbow surgery* 2:S6
38. Gerber C, Hersche O, Farron A (1996) Isolated rupture of the subscapularis tendon. Results of operative repair. *JBJS* 78:1015-1023
39. Gerber C, Fuchs B, Hodler J (2000) The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *JBJS* 82:505
40. Gladstone JN, Bishop JY, Lo IK, Flatow EL (2007) Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *The American journal of sports medicine* 35:719-728
41. Goutallier D, Postel J-M, Bernageau J, Lavau L, Voisin M-C (1994) Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre-and postoperative evaluation by CT scan. *Clinical orthopaedics and related research*:78-83
42. Goutallier D, Postel J-M, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche S (2003) Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *Journal of shoulder and elbow surgery* 12:550-554
43. Grauer JD, Paulos LE, Smutz WP (1992) Biceps tendon and superior labral injuries. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 8:488-497
44. Greis PE, Kuhn JE, Schultheis J, Hintermeister R, Hawkins R (1996) Validation of the lift-off test and analysis of subscapularis activity during maximal internal rotation. *The American journal of sports medicine* 24:589-593
45. Grueninger P, Nikolic N, Schneider J, Lattmann T, Platz A, Chmiel C, Meier C (2014) Arthroscopic repair of traumatic isolated subscapularis tendon lesions (Lafosse type III or IV): A prospective magnetic resonance imaging–controlled case series with 1 year of follow-up. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 30:665-672
46. Habermeyer P, Kaiser E, Knappe M, Kreuzer T, Wiedemann E (1987) Functional anatomy and biomechanics of the long biceps tendon. *Der Unfallchirurg* 90:319-329
47. Habermeyer P, Magosch P, Pritsch M, Scheibel MT, Lichtenberg S (2004) Anterosuperior impingement of the shoulder as a result of pulley lesions: a prospective arthroscopic study. *Journal of shoulder and elbow surgery* 13:5-12
48. Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch P, Himmelhan R (2011) *Schulterchirurgie*. Elsevier, Urban&FischerVerlag
49. Halder A, Zobitz M, Schultz F, An K (2000) Structural properties of the subscapularis tendon. *Journal of Orthopaedic Research* 18:829-834
50. Harryman D, Mack L, Wang K, Jackins S, Richardson M, Matsen F (1991) Repairs of the rotator cuff. Correlation of functional results with. *JBJS* 73:982-989
51. Hasler A, Boyce G, Schallberger A, Jost B, Catanzaro S, Gerber C (2019) Arthroscopic repair of isolated subscapularis tears: clinical outcome and structural integrity with a minimum follow-up of 4.6 years. *Journal of shoulder and elbow surgery* 28:2171-2180
52. Hauser ED (1954) Avulsion of the tendon of the subscapularis muscle. *JBJS* 36:139-141

53. Hawkins R, Kennedy J (1980) Impingement syndrome in athletes. *The American journal of sports medicine* 8:151-158
54. Hedtmann A, Fett H (1995) Ultrasonography of the shoulder in subacromial syndromes with disorders and injuries of the rotator cuff. *Der Orthopade* 24:498-508
55. Heikenfeld R, Gigis I, Chytas A, Listringhaus R, Godolias G (2012) Arthroscopic reconstruction of isolated subscapularis tears: clinical results and structural integrity after 24 months. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 28:1805-1811
56. Hertel R, Ballmer F, Lambert S, Gerber C (1996) Lag signs in the diagnosis of rotator cuff rupture. *Journal of shoulder and elbow surgery* 5:307-313
57. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C, Beaton D, Cole D, Davis A, Hawker G, Katz JN, Makela M, Marx RG (1996) Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder, and head). *American Journal of Industrial Medicine* 29:602-608
58. Iannotti J, Bernot M, Kuhlman J, Kelley M, Williams G (1996) Postoperative assessment of shoulder function: a prospective study of full-thickness rotator cuff tears. *Journal of shoulder and elbow surgery* 5:449-457
59. Imhoff AB, Feucht MJ (2017) *Atlas sportorthopädisch-sporttraumatologische Operationen*. Springer-Verlag
60. Inman VT, Saunders JdM, Abbott LC (1944) Observations on the function of the shoulder joint. *JBJS* 26:1-30
61. Jobe FW, Jobe CM (1983) Painful athletic injuries of the shoulder. *Clinical orthopaedics and related research*:117-124
62. Juul-Kristensen B, Bojsen-Møller F, Finsen L, Eriksson J, Johansson G, Ståhlberg F, Ekdahl C (2000) Muscle sizes and moment arms of rotator cuff muscles determined by magnetic resonance imaging. *Cells Tissues Organs* 167:214-222
63. Katthagen JC, Vap AR, Tahal DS, Horan MP, Millett PJ (2017) Arthroscopic repair of isolated partial-and full-thickness upper third subscapularis tendon tears: Minimum 2-year outcomes after single-anchor repair and biceps tenodesis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 33:1286-1293
64. Keating J, Waterworth P, Shaw-Dunn J, Crossan J (1993) The relative strengths of the rotator cuff muscles. A cadaver study. *JBJS, British volume* 75:137-140
65. Kim TK, Rauh PB, McFarland EG (2003) Partial tears of the subscapularis tendon found during arthroscopic procedures on the shoulder: a statistical analysis of sixty cases. *The American journal of sports medicine* 31:744-750
66. Klapper RC, Jobe FW, Matsuura P (1992) The subscapularis muscle and its glenohumeral ligament-like bands: A histomorphologic study. *The American journal of sports medicine* 20:307-310
67. Kreuz P, Remiger A, Lahm A, Herget G, Gächter A (2005) Comparison of total and partial traumatic tears of the subscapularis tendon. *JBJS British volume* 87:348-351
68. Kreuz PC, Remiger A, Erggelet C, Hinterwimmer S, Niemeyer P, Gächter A (2005) Isolated and combined tears of the subscapularis tendon. *The American journal of sports medicine* 33:1831-1837
69. Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobezie R (2007) Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *JBJS* 89:1184-1193
70. Lippitt S (1993) A practical tool for evaluating shoulder function. The Simple Shoulder Test. *The Shoulder; A balance of mobility and stability*:501-518

71. Liu Y, Lafosse L, Opsomer G, Villain B, Kempf JF, Collin P (2020) Ten-year clinical and magnetic resonance imaging evaluation after repair of isolated subscapularis tears. *Journal of shoulder and elbow surgery* 4:913-918
72. Lo IK, Burkhart SS (2003) The comma sign: an arthroscopic guide to the torn subscapularis tendon. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 19:334-337
73. Lo IK, Burkhart SS (2003) The etiology and assessment of subscapularis tendon tears: a case for subcoracoid impingement, the roller-wringer effect, and TUFF lesions of the subscapularis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 19:1142-1150
74. Loehr JF, Helmig P, Søjbjerg J-O, Jung A (1994) Shoulder instability caused by rotator cuff lesions. An in vitro study. *Clinical orthopaedics and related research*:84-90
75. Loew M (2000) Traumatic development of rotator cuff lesion. Scientific principles and consequences for expert assessment. *Der Orthopade* 29:881-887
76. Mall NA, Chahal J, Heard WM, Bach Jr BR, Bush-Joseph CA, Romeo AA, Verma NN (2012) Outcomes of arthroscopic and open surgical repair of isolated subscapularis tendon tears. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 28:1306-1314
77. Maynou C, Cassagnaud X, Mestdagh H (2005) Function of subscapularis after surgical treatment for recurrent instability of the shoulder using a bone-block procedure. *JBJS British volume* 87:1096-1101
78. McAuliffe T, Dowd G (1987) Avulsion of the subscapularis tendon. *JBJS* 69:1454-1455
79. Michener LA, McClure PW, Sennett BJ (2002) American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *Journal of shoulder and elbow surgery* 11:587-594
80. Minzlaff P, Bartl C, Imhoff A (2012) Die isolierte Subskapularisruptur. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 24:468-478
81. Monroe EJ, Flores SE, Chambers CC, Zhang AL, Feeley BT, Lansdown DA, Ma CB (2019) Patient-Reported Outcomes After Isolated and Combined Arthroscopic Subscapularis Tendon Repairs. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 35:1779-1784
82. Neer CS (1983) Impingement lesions. *Clinical orthopaedics and related research* 173:70-77
83. Nobuhara K, Ikeda H (1987) Rotator interval lesion. *Clinical orthopaedics and related research*:44-50
84. Nové-Josserand L, Hardy M-B, Ogassawara RLN, Carrillon Y, Godenèche A (2012) Clinical and structural results of arthroscopic repair of isolated subscapularis tear. *JBJS* 94:e125
85. Nové-Josserand L, Saffarini M, Hannink G, Carrillon Y (2016) Influence of pre-operative tear size and tendon retraction on repair outcomes for isolated subscapularis tears. *International orthopaedics* 40:2559-2566
86. O'Brien SJ, Pagnani MJ, Fealy S, McGlynn SR, Wilson JB (1998) The active compression test: a new and effective test for diagnosing labral tears and acromioclavicular joint abnormality. *The American journal of sports medicine* 26:610-613

87. Oh JH, Kim SH, Lee HK, Jo KH, Bin SW, Gong HS (2008) Moderate preoperative shoulder stiffness does not alter the clinical outcome of rotator cuff repair with arthroscopic release and manipulation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 24:983-991
88. Patte D (1990) Classification of rotator cuff lesions. *Clinical orthopaedics and related research*:81-86
89. Pavlidis T, Ganten M, Lehner B, Dux M, Loew M (2003) Tenoplasty of the long head of the biceps in massive rotator cuff tear. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 141:177-181
90. Pennock AT, Pennington WW, Torry MR, Decker MJ, Vaishnav SB, Provencher MT, Millett PJ, Hackett TR (2011) The influence of arm and shoulder position on the bear-hug, belly-press, and lift-off tests: an electromyographic study. *The American journal of sports medicine* 39:2338-2346
91. Pfirrmann CW, Zanetti M, Weishaupt D, Gerber C, Hodler J (1999) Subscapularis tendon tears: detection and grading at MR arthrography. *Radiology* 213:709-714
92. Piasecki DP, Nicholson GP (2008) Tears of the subscapularis tendon in athletes—diagnosis and repair techniques. *Clinics in Sports Medicine* 27:731-745
93. Picard F, Saragaglia D, Montbarbon E, Tourne Y, Thony F, Charbel A (1998) Anatomic-clinical consequences of the vertical sectioning of the subscapular muscle in Latarjet intervention. *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur* 84:217-223
94. Plachel F, Pauly S, Moroder P, Scheibel M (2018) Arthroskopische Doppelreihenrekonstruktion hochgradiger Rupturen der Subskapularissehne. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 30:111-129
95. Resch H, Povacz P, Ritter E, Matschi W (2000) Transfer of the pectoralis major muscle for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *JBJS* 82:372-382
96. Richards DP, Burkhart SS, Lo IK (2003) Subscapularis tears: arthroscopic repair techniques. *Orthopedic Clinics* 34:485-498
97. Richards DP, Burkhart SS, Campbell SE (2005) Relation between narrowed coracohumeral distance and subscapularis tears. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 21:1223-1228
98. Richards DP, Burkhart SS, Tehrany AM, Wirth MA (2007) The subscapularis footprint: an anatomic description of its insertion site. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 23:251-254
99. Richards RR, An K-N, Bigliani LU, Friedman RJ, Gartsman GM, Gristina AG, Iannotti JP, Mow VC, Sidles JA, Zuckerman JD (1994) A standardized method for the assessment of shoulder function. *Journal of shoulder and elbow surgery* 3:347-352
100. Rodosky MW, Harner CD, Fu FH (1994) The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder. *The American journal of sports medicine* 22:121-130
101. Rohen JW, Lütjen-Drecoll E (2006) Funktionelle Anatomie des Menschen: Lehrbuch der makroskopischen Anatomie nach funktionellen Gesichtspunkten. Schattauer Verlag
102. Rowe C, Zarins B (1981) Recurrent transient subluxation of the shoulder. *JBJS* 63:863-872

103. Sakurai G, Ozaki J, Tomita Y, Kondo T, Tamai S (1998) Incomplete tears of the subscapularis tendon associated with tears of the supraspinatus tendon: cadaveric and clinical studies. *Journal of shoulder and elbow surgery* 7:510-515
104. Saltzman BM, Collins MJ, Leroux T, Ams TA, Griffin JW, Romeo AA, Verma NN, Forsythe B (2017) Arthroscopic Repair of Isolated Subscapularis Tears: A Systematic Review of Technique-Specific Outcomes. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 33:849-860
105. Samilson R, Prieto V (1983) Dislocation arthropathy of the shoulder. *JBJS* 65:456-460
106. Scheibel M, Tsynman A, Magosch P, Schroeder RJ, Habermeyer P (2006) Postoperative subscapularis muscle insufficiency after primary and revision open shoulder stabilization. *The American journal of sports medicine* 34:1586-1593
107. Schroeder R, Scheibel M, Tsynman A, Magosch P, Habermeyer P (2006) Magnetic resonance analysis of the subscapularis muscle after open anterior shoulder stabilization. *RöFo: Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin* 178:706-712
108. Seppel G, Plath JE, Völk C, Seiberl W, Buchmann S, Waldt S, Imhoff AB, Braun S (2017) Long-term results after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *The American journal of sports medicine* 45:759-766
109. Solway S, Beaton D, McConnell S, Bombardier C (2002) The DASH outcome measure user's manual. Toronto: Institute for Work Health
110. Stefko JM, Jobe FW, VanderWilde RS, Carden E, Pink M (1997) Electromyographic and nerve block analysis of the subscapularis lift-off test. *Journal of shoulder and elbow surgery* 6:347-355
111. Su W-R, Budoff JE, Luo Z-P (2009) The effect of anterosuperior rotator cuff tears on glenohumeral translation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 25:282-289
112. Symeonides PP (1972) The significance of the subscapularis muscle in the pathogenesis of recurrent anterior dislocation of the shoulder. *JBJS British volume* 54:476-483
113. Tebaa E, Tantot J, Isaac-Pinet S, Nové-Josserand L (2019) Histologic characteristics of the subscapularis tendon from muscle to bone: reference to subscapularis lesions. *Journal of shoulder and elbow surgery* 28:959-965
114. Thomazeau H, Duval J, Darnault P, Dreano T (1996) Anatomical relationships and scapular attachments of the supraspinatus muscle. *Surgical Radiologic Anatomy* 18:221-225
115. Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C, Duval J-M, Langlais F (1996) Atrophy of the supraspinatus belly assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 67:264-268
116. Ticker JB, Warner JJ (1997) Single-tendon tears of the rotator cuff: evaluation and treatment of subscapularis tears and principles of treatment for supraspinatus tears. *Orthopedic Clinics* 28:99-116
117. Tillander B, Franzén LE, Karlsson MH, Norlin R (1999) Effect of steroid injections on the rotator cuff: an experimental study in rats. *Journal of shoulder and elbow surgery* 8:271-274
118. Tokish JM, Decker MJ, Ellis HB, Torry MR, Hawkins RJ (2003) The belly-press test for the physical examination of the subscapularis muscle: electromyographic validation and comparison to the lift-off test. *Journal of shoulder and elbow surgery* 12:427-430

119. Toussaint B, Audebert S, Barth J, Charoussat C, Godeneche A, Joudet T, Lefebvre Y, Nove-Josserand L, Petroff E, Solignac N (2012) Arthroscopic repair of subscapularis tears: Preliminary data from a prospective multicentre study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery and Research* 98:S193-S200
120. Turkel SJ, Panio M, Marshall J, Girgis FG (1981) Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *JBJS* 63:1208-1217
121. Uhthoff H, Sarkar K (1995) Anatomy and pathology of the rotator cuff. *Der Orthopade* 24:468-474
122. Walch G, Marechal E, Maupas J, Liotard J (1992) Surgical treatment of rotator cuff rupture. Prognostic factors. *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur* 78:379-388
123. Walch G (1993) Synthese sur l'epidemiologie et l'ethiologie des ruptures de la coiffe des rotateurs. *J Lyon I, Epau*:256-266
124. Walch G, Boulahia A, Calderone S, Robinson AH (1998) The 'dropping' and 'hornblower's' signs in evaluation of rotator-cuff tears. *JBJS British volume* 80:624-628
125. Walch G, Nové-Josserand L, Boileau P, Levigne C (1998) Subluxations and dislocations of the tendon of the long head of the biceps. *Journal of shoulder and elbow surgery* 7:100-108
126. Warner JJ, Higgins L, Parsons IV I, Dowdy P (2001) Diagnosis and treatment of anterosuperior rotator cuff tears. *Journal of shoulder and elbow surgery* 10:37-46
127. Watson M (1985) Major ruptures of the rotator cuff. The results of surgical repair in 89 patients. *JBJS British volume* 67:618-624
128. Wellmann M, Wiebringhaus P, Lodde I, Waizy H, Becher C, Raschke MJ, Petersen W (2009) Biomechanical evaluation of a single-row versus double-row repair for complete subscapularis tears. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 17:1477-1484
129. Wright JM, Heavrin B, Hawkins RJ, Noonan T (2001) Arthroscopic visualization of the subscapularis tendon. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 17:677-684
130. Yergason R (1931) Supination sign. *JBJS* 13:160
131. Yoon JS, Kim SJ, Choi YR, Kim SH, Chun YM (2019) Arthroscopic Repair of the Isolated Subscapularis Full-Thickness Tear: Single- Versus Double-Row Suture-Bridge Technique. *The American journal of sports medicine* 47:1427-1433
132. Zanetti M, Gerber C, Hodler J (1998) Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Investigative Radiology* 33:163-170
133. Zlatkin MB, Iannotti J, Roberts M, Esterhai J, Dalinka M, Kressel H, Schwartz JS, Lenkinski R (1989) Rotator cuff tears: diagnostic performance of MR imaging. *Radiology* 172:223-229



Abteilung und Poliklinik für
Sportorthopädie
Leitung: Univ.-Prof. Dr. A. B. Imhoff



Langzeit-Ergebnisse nach operativer Rekonstruktion isolierter Subscapularissehnen-Rupturen

Patienteninformation

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient

heute bitten wir Sie um Ihre Mithilfe bzw. Unterstützung.
Aufgrund eines Abrisses der Subscapularissehne wurden Sie im Zeitraum 2000 bis 2006 in
unserer Abteilung an der betroffenen Schulter operiert.

Als spezialisiertes Zentrum operieren wir jährlich viele Patientinnen und Patienten mit einem
ähnlichen Krankheitsbild. Zur Verbesserung unseres ärztlichen Handelns möchten wir mit einer
klinischen Studie genau aufarbeiten, wie gut es Ihnen nach erfolgter Refixation des Muskels geht
und wie zufrieden Sie mit dem operativen Ergebnis sind.

Diesbezüglich ist, neben einer Datenerhebung mittels eines Fragebogens, eine für Sie kostenlose
klinische Untersuchung in unserer Ambulanz vorgesehen. Dies dient insbesondere auch Ihrer
Nachsorge.

Wir möchten Sie abschließend bitten, an dieser wissenschaftlichen Untersuchung teilzunehmen.
Anbei informieren wir Sie mit einem kurzen Überblick über die Inhalte und den Ablauf der Studie.

Wir bedanken uns vorab herzlich für Ihre Mitarbeit

Dr. med. S. Braun
Oberarzt
Leiter Team Obere
Extremität

G. Seppel
Assistenzarzt

Christopher Völk
Doktorand

1. Warum wird diese Studie durchgeführt?

In dieser Studie wollen wir untersuchen, wie gut die klinischen Ergebnisse nach Rekonstruktion isolierter Subscapularissehnen-Rupturen sind und wie hoch die Zufriedenheit unserer Patienten mit der Operation ist.

Diese Informationen ermöglichen uns vor allem eine Optimierung der operativen Therapie und außerdem noch genauere Antworten auf die Fragen zukünftiger Patienten über die zu erwartenden Ergebnisse nach einer derartigen Operation.

2. Wie ist der Ablauf dieser Studie? Was muss ich beachten?

Die Studie gliedert sich für Sie in 2 Abschnitte.

1. Wir möchten Sie bitten den beiliegenden Fragebogen vollständig auszufüllen und mit dem beiliegenden frankierten Rückkuvert an uns **bis zum 10. April** zurück zu senden.
2. Telefonisch vereinbaren wir mit Ihnen einen Termin zur Wiedervorstellung in unserer Poliklinik für Sportorthopädie. Dann wird im Rahmen einer klinischen Untersuchung, die nicht über das übliche Ausmaß hinausgeht, Ihre operierte Schulter untersucht. In diesem Zusammenhang möchten wir auch eine MRT-Aufnahme (beinhaltet keinerlei Strahlung!) Ihrer Schulter machen, um den Therapieerfolg noch besser beurteilen zu können. Diese Untersuchungen sind für Sie selbstverständlich mit keinerlei Kosten verbunden.

Bitte bringen Sie zur klinischen Untersuchung in unserer Ambulanz alle Ihnen vorliegenden radiologischen Bilder (MRT, CT, Röntgen) Ihrer operierten Schulter mit.

Im Verlauf der Studie sind Sie als Patient durch die übliche ärztliche Haftpflichtversicherung der Klinik abgesichert.

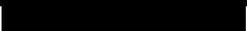
3. Was geschieht mit meinen Daten?

Während der klinischen Prüfung werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben und in Ihrer persönlichen Akte niedergeschrieben oder elektronisch gespeichert. Die für die klinische Prüfung wichtigen Daten werden von uns ordnungsgemäß verwahrt und sind Dritten nicht zugänglich. Im Rahmen der elektronischen Erfassung Ihrer Fragebögen findet zudem eine Anonymisierung Ihrer Angaben statt. Sie können ihr Einverständnis jederzeit ohne Angabe von Gründen zurückziehen. Die erhobenen Studiendaten werden dann umgehend vernichtet.

Diesen Informationsbogen können Sie gerne für Ihre Unterlagen behalten und müssen ihn nicht zusammen mit dem Fragebogen zurücksenden.

Bei Fragen können Sie sich jederzeit gerne telefonisch oder per Email an Herrn Christopher Völk wenden:

Tel.: 

Email: 



Abteilung und Poliklinik für
Sportorthopädie
Leitung: Univ.-Prof. Dr. A. B. Imhoff



Klinikum rechts der Isar



Technische Universität München

Fragebogen zur Studie
„Langzeit-Ergebnisse nach operativer
Rekonstruktion isolierter
Subscapularissehnen-Rupturen“

Einverständniserklärung zur Studienteilnahme

Hiermit erkläre ich

Name

Vorname

Geb. Datum

Ort, Datum

Unterschrift

mich damit einverstanden an der klinischen Studie der Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie der Technischen Universität München, zur Evaluierung der postoperativen Ergebnisse nach Rekonstruktion des Subscapularis Muskels, teilzunehmen.

Allgemeine Daten

Name

Vorname

Telefon

Email

Adresse

Geb. Datum

Alter

Größe

Gewicht

Die folgenden Fragen auf dieser Seite beziehen sich ausschließlich auf die im Zeitraum 2000 - 2006 in der Abteilung für Sportorthopädie operierte Schulter.

1.	Welche Schulter wurde von uns operiert?	<input type="checkbox"/> Rechts <input type="checkbox"/> Links
2.	Welcher ist Ihr dominanter Arm?	<input type="checkbox"/> Rechts (Rechtshänder) <input type="checkbox"/> Links (Linkshänder)
3.	Haben Sie aktuell Schulterschmerzen?	<input type="checkbox"/> Nein, keine Schmerzen <input type="checkbox"/> Ja, milde Schmerzen

	<p>4. Falls zutreffend: Seit wann bestehen die Schmerzen (in Monaten)?</p>	<input type="checkbox"/> Ja, mäßige Schmerzen <input type="checkbox"/> Ja, sehr starke Schmerzen _____ Monate
	<p>5. Falls zutreffend: Traten die Beschwerden:</p>	<input type="checkbox"/> Nach einem erneuten Unfall auf Unfallhergang: <hr/>
	<p>6. Haben Sie Sport auf Grund der Schulterbeschwerden aufgegeben oder reduziert?</p>	<input type="checkbox"/> ohne ersichtliche Ursache <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> reduziert <input type="checkbox"/> aufgegeben
	<p>7. Sind Sie mit dem Operationsergebnis zufrieden?</p>	<input type="checkbox"/> sehr zufrieden <input type="checkbox"/> zufrieden <input type="checkbox"/> recht zufrieden <input type="checkbox"/> unzufrieden
	<p>8. Wie lange war die Rehabilitationsdauer nach der Operation (in Monaten)?</p>	_____ Monate
	<p>9. Wurden Sie seit dem Eingriff in unserer Abteilung erneut an der betroffenen Schulter operiert?</p> <p>Wenn ja, geben Sie bitte eine kurze Beschreibung der jeweiligen Operation, den Zeitpunkt und den Arzt bzw. die Klinik an:</p>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja Operation: <hr/> <hr/> Datum: <hr/>

		<p>Arzt/ Klinik:</p> <hr/> <hr/> <p>Operation:</p> <hr/> <hr/> <p>Datum:</p> <hr/> <p>Arzt/ Klinik:</p> <hr/> <hr/>
--	--	---

Simple Shoulder Test zum aktuellen Zeitpunkt

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen, die sich auf den jetzigen Zustand Ihrer operierten Schulter nach der Operation beziehen, mit entweder „Ja“ oder „Nein“ indem Sie das entsprechende Kästchen ankreuzen.

		Ja	Nein
1.	Ist die betroffene Schulter beschwerdefrei, wenn Sie ihren Arm an Ihrer Seite ruhen lassen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Können Sie, die Schulter betreffend, problemlos schlafen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Können Sie mit dem betroffenen Arm Ihr Hemd auf dem Rücken in die Hose stecken?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Können Sie ihre Hände mit zur Seite gestreckten Ellbogen auf den Hinterkopf legen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Können Sie den gestreckten Arm nach vorne auf Schulterhöhe heben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Können Sie mit gestrecktem Arm 500g (z.B. zwei Stück Butter) auf Schulterhöhe heben ohne den Ellbogen zu beugen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Können Sie mit gestrecktem Arm 4kg (z.B. vier 1-l-Milchpackungen) auf Schulterhöhe heben ohne den Ellbogen zu beugen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Können Sie seitlich am Körper mit dem betroffenen Arm 10kg (z.B. 10 1-l-Milchpackungen) tragen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm seitlich vom Körper 10m weit werfen können?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm über dem Kopf 20m weit werfen können?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	Können Sie mit dem betroffenen Arm die Rückseite der Gegenschulter waschen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.	Können Sie mit Ihrer Schulter in Ihrem normalen Beruf Vollzeit arbeiten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DASH-G (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand) Fragebogen zum aktuellen Zeitpunkt

Bitte beurteilen Sie Ihre Fähigkeiten die folgenden Aktivitäten in der vergangenen Woche durchzuführen. Kreisen Sie dabei die zutreffende Nummer ein.

		Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Deutliche Schwierigkeiten	Kann ich nicht durchführen
1.	Ein neues oder fest verschlossenes Konservenglas öffnen	1	2	3	4	5
2.	Schreiben	1	2	3	4	5
3.	Einen Schlüssel im Schloss drehen	1	2	3	4	5
4.	Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5.	Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6.	Einen Gegenstand in ein Regal über Kopfhöhe stellen	1	2	3	4	5
7.	Schwere Hausarbeiten durchführen (z.B. Gardinen mit der Hand waschen, Böden wischen)	1	2	3	4	5
8.	Gartenarbeit ausführen	1	2	3	4	5
9.	Ein Bett machen	1	2	3	4	5
10.	Eine Einkaufstüte oder eine Aktentasche tragen	1	2	3	4	5
11.	Einen schweren Gegenstand (über 5 kg) tragen	1	2	3	4	5
12.	Eine Glühbirne in der Deckenlampe austauschen	1	2	3	4	5
13.	Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14.	Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15.	Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16.	Ein Messer zum Brotschneiden verwenden	1	2	3	4	5
17.	Freizeitbeschäftigungen durchführen, die wenig Mühen erfordern (z.B. Kartenspielen, Stricken, etc.)	1	2	3	4	5
18.	Freizeitbeschäftigungen durchführen, die etwas Kraft oder Druck durch Ihre Arme, Schultern oder Hände erfordern (z.B. Kegeln, Tennis, einen Hammer benutzen)	1	2	3	4	5

		Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Deutliche Schwierigkeiten	Konnte ich nicht durchführen
19.	Freizeitbeschäftigungen durchführen, bei denen Ihre Arme frei bewegt werden (z.B. Federball spielen)	1	2	3	4	5
20.	Beim Verwenden von Transportmitteln (von einem Ort zum anderen gelangen)	1	2	3	4	5
21.	Sexuelle Aktivitäten	1	2	3	4	5

		Überhaupt nicht	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Deutliche Schwierigkeiten	Konnte ich nicht durchführen
22.	Wie schwer haben Beschwerden mit ihren Schultern, Armen oder Händen in vergangenen Woche Ihre sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden oder Vereinen beeinträchtigt?	1	2	3	4	5
23.	Inwieweit waren Sie wegen Beschwerden mit Ihren Schultern, Armen oder Händen bei der Ausübung Ihrer Berufstätigkeit oder anderer Alltagstätigkeiten beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

Bitte beurteilen Sie den Schweregrad Ihrer Beschwerden für die folgenden Symptome während der vergangenen Woche.

		Keine	Geringe	Mäßige	Starke	Extreme
24.	Ruheschmerzen der Schultern, Arme oder Hände	1	2	3	4	5
25.	Schmerzen der Schultern, Arme oder Hände bei der Ausübung bestimmter Tätigkeiten	1	2	3	4	5
26.	Kribbeln in den Schultern, Armen oder Händen	1	2	3	4	5
27.	Schwäche in den Schultern, Armen oder Händen	1	2	3	4	5
28.	Steifigkeit der Schultern, Arme oder Hände	1	2	3	4	5

		Keine	Geringe	Mäßige	Starke	Wegen Schmerzen kein Schlaf möglich
29.	Hatten Sie in der vergangenen Woche Schlafstörungen wegen Schmerzen in Ihren Schultern, Armen oder Händen?	1	2	3	4	5
		Traf nie auf mich zu	Traf selten auf mich zu	Weder ja noch nein	Traf meistens auf mich zu	Traf immer auf mich zu
30.	Ich fühle mich weniger leistungsfähig, weniger zuversichtlich oder nutzlos wegen meiner Beschwerden in den Schultern, Armen oder Händen	1	2	3	4	5

Die folgenden Fragen befassen sich mit dem Einfluss Ihrer Schulter-, Arm- oder Handbeschwerden ein Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben. Sollten Sie mehrere Sportarten betreiben oder mehrere Musikinstrumente spielen (oder beides tun), beantworten Sie die Frage für die Tätigkeit die für Sie derzeit am wichtigsten ist.

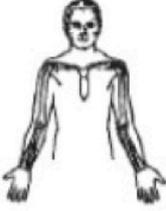
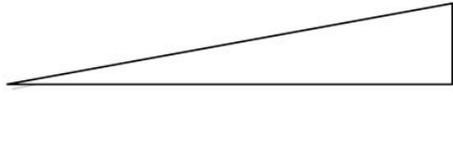
Bitte nennen Sie die Sportart oder das Musikinstrument, das für Sie am wichtigsten ist:

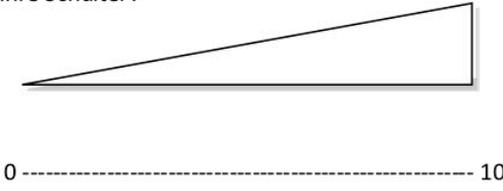
Bitte kreisen Sie die Nummer an, die Ihre körperliche Leistungsfähigkeit während der vergangenen Woche am besten beschreibt.

	Hatten Sie Schwierigkeiten...	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Deutliche Schwierigkeiten	Konnte ich nicht durchführen
31.	Musikinstrumente zu spielen oder Sport wie gewohnt auszuüben?	1	2	3	4	5
32.	Musikinstrumente zu spielen oder Sport auszuüben wegen Schmerzen in den Schultern Armen oder Händen?	1	2	3	4	5
33.	Musikinstrumente zu spielen oder Sport auszuüben so gut wie Sie es am liebsten tun würden?	1	2	3	4	5
34.	so lange wie gewohnt Ihre Musikinstrumente zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5

ASES Score - American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Index zum aktuellen Zeitpunkt

Selbstbeurteilung Ihrer derzeitigen Schulterbeschwerden.
Zutreffendes bitte ankreuzen oder ausfüllen.

1.	Haben Sie Schmerzen in der betroffenen Schulter?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
2.	<p>Bitte markieren Sie mit einem Kreis auf der Zeichnung des Oberkörpers, wo Sie Schmerzen haben.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; text-align: center;"> <div style="margin-right: 20px;">rechts</div>  <div style="margin-right: 20px;">links</div> <div style="margin-right: 20px;">rechts</div>  <div>links</div> </div>		
3.	Haben Sie nachts Schmerzen in der Schulter?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
4.	Nehmen Sie Medikamente gegen die Schmerzen ein (Aspirin, Paracetamol, Ibuprofen, Proxen, Voltaren)?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
5.	Nehmen Sie Schmerzmittel aus der Klasse der Betäubungsmittel ein (Tramal, Morphinum oder ähnliches)?	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
6.	Wie viele Schmerzmittel nehmen Sie (durchschnittlich) pro Tag ein?	_____	Tabletten
7.	<p>Bitte geben Sie an, wie stark Ihre Schmerzen heute sind.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">(keinerlei Schmerzen)</div>  <div style="text-align: center;">(schlimmste Schmerzen)</div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">0 ----- 10</p>		

8.	Fühlt sich Ihre Schulter instabil an? (als ob sie auskugeln würde)	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
9.	Wie instabil ist Ihre Schulter? <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">(sehr stabil)</div>  <div style="text-align: center;">(instabil)</div> </div>		

Kreisen Sie bitte die Ziffern ein, die Ihre Fähigkeit, die folgenden Tätigkeiten auszuüben derzeit am besten beschreibt.

0= nicht möglich;

1= große Schwierigkeiten

2= einige Schwierigkeiten;

3= keine Schwierigkeiten

		Rechter Arm	Linker Arm
1.	Einen Mantel anziehen	0 1 2 3	0 1 2 3
2.	Auf der schmerzenden oder betroffenen Seite schlafen	0 1 2 3	0 1 2 3
3.	Den Rücken waschen/ den BH auf dem Rücken schließen	0 1 2 3	0 1 2 3
4.	Toilettenpapier benutzen	0 1 2 3	0 1 2 3
5.	Ihre Haare kämmen	0 1 2 3	0 1 2 3
6.	Ein hohes Gestell erreichen	0 1 2 3	0 1 2 3

7.	5 kg (ca. fünf 1-l-Milchpackungen) über Schulterhöhe heben	0 1 2 3	0 1 2 3
8.	Einen Ball über Kopf werfen	0 1 2 3	0 1 2 3
9.	Gewohnte Arbeit tun – nämlich: _____	0 1 2 3	0 1 2 3
10.	Gewohnten Sport treiben – nämlich: _____	0 1 2 3	0 1 2 3

Schulter-Funktions-Beurteilung– modifiziert nach Constant & Murley zum aktuellen Zeitpunkt



Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie
der Technischen Universität München
Leitung: Univ.-Prof. Dr. A. B. Imhoff



Patientenfragebogen:

Schulter-Funktions-Beurteilung

modifiziert nach Constant & Murley
Kupsch A., Kessler M.A., Imhoff A.B.

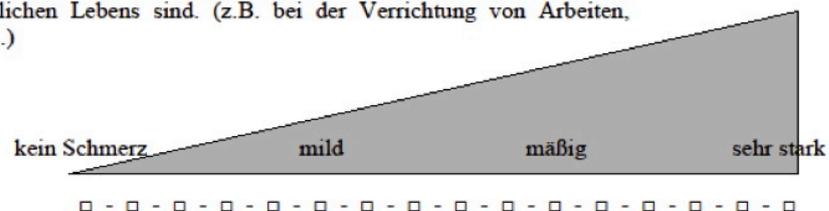
Name: _____ Vorname: _____ Geb.-Datum: _____
Geschlecht: <input type="checkbox"/> m, <input type="checkbox"/> w
Heutiges Datum: _____
Ich bin <input type="checkbox"/> Rechtshänder, <input type="checkbox"/> Linkshänder.
Auf welcher Seite haben Sie die Schulterbeschwerden? <input type="checkbox"/> rechts und/oder <input type="checkbox"/> links
Diesen Fragebogen fülle ich für meinen <input type="checkbox"/> rechten, <input type="checkbox"/> linken Arm aus.
(Wenn Sie an beiden Armen Beschwerden haben benutzen Sie bitte zwei Bögen)

Dies ist ein Fragebogen zur Erfassung Ihrer Schulterbeschwerden.

Bitte achten Sie darauf jede Frage so exakt wie möglich zu beantworten und keine Frage unbeantwortet zu lassen. Falls Sie zu einem Punkt eine wichtige Zusatzangabe machen wollen, schreiben Sie dies einfach daneben.

I. Schmerz

Bitte kreuzen Sie auf der Schmerzskala an, wie hoch Ihre am stärksten verspürten Schulterschmerzen (ohne Schmerzmedikamente) im Verlauf des täglichen Lebens sind. (z.B. bei der Verrichtung von Arbeiten, Sport, ...)



II. Alltagsaktivität:

A) Arbeitsfähigkeit:

Ich bin ...

- berufstätig, als: _____
- Hausfrau/-mann
- Rentner/in

Bitte kreuzen Sie an inwieweit Sie Ihrem Beruf (falls nicht berufstätig, sonstige Hauptbeschäftigung des täglichen Lebens) zur Zeit nachgehen können:

- ich kann momentan nicht arbeiten
- ich bin bei der Arbeit weitgehend eingeschränkt (max. Arbeitsleistung 25%)
- ich bin bei der Arbeit deutlich eingeschränkt (max. Arbeitsleistung 50%)
- ich habe nur eine leichte Arbeitseinschränkung (zu 75% arbeitsfähig)
- ich bin voll Arbeitsfähig (Arbeitsfähigkeit 100%)

Falls ja, was ist der Grund für die berufliche Einschränkung?

- die erkrankte Schulter
- andere Ursachen: _____

B) Sportfähigkeit/Freizeitaktivität:

Ich kann momentan aufgrund meiner Schulterbeschwerden meinen gewohnten Sport- und Freizeitaktivitäten wie folgt nachgehen:

- gar nicht
- nur stark eingeschränkt
- mit deutlichen Einschränkungen
- mit leichten Einschränkungen
- uneingeschränkt

C) Schlaf:

Wie gut können Sie in letzter Zeit aufgrund Ihrer Schulterbeschwerden schlafen?

- sehr starke Schlafprobleme (normaler Schlaf ohne Schlaf-/Schmerzmittel unmöglich)
- Erwachen mit Wiedereinschlafen
- ungestörter Schlaf möglich

D) Aktivitäten des täglichen Lebens:

Ich kann mit dem betroffenen Arm ohne Schmerzen Arbeiten bis auf ...

(mehrere Antworten möglich)

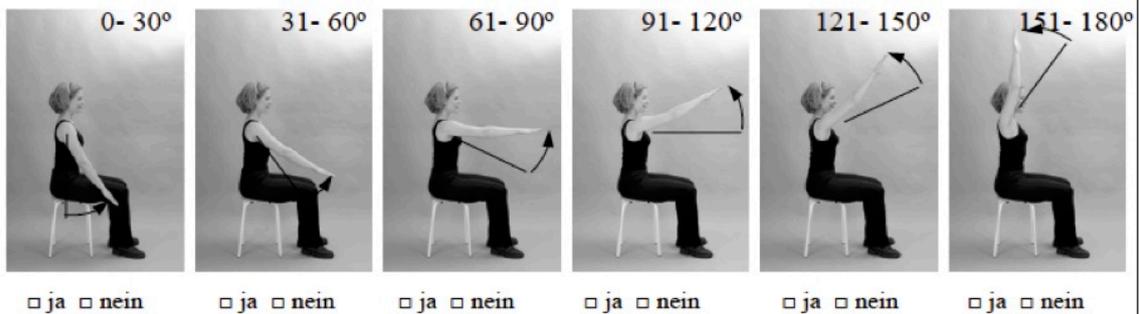
- ...Höhe der Gürtellinie ausführen (z.B. meine Hose zuknöpfen)
- ...Höhe des unteren Brustkorbes ausführen (z.B. ein Hemd von unten bis zur Brust zuknöpfen)
- ...Halshöhe ausführen (z.B. den obersten Hemdknopf schließen)
- ...Scheitelhöhe ausführen (z.B. meine Haare kämmen)
- ...über Kopfhöhe ausführen (z.B. etwas aus einem Regal über Kopfhöhe nehmen)

III. Beweglichkeit

- Setzen Sie sich auf einen Stuhl und lassen Sie ihren betroffenen Arm **gestreckt seitlich herunterhängen**. Versuchen Sie nun die folgenden Bewegungen **wie auf den Photoserien** auszuführen. Verwenden sie dabei bei Gelegenheit einen Spiegel.
- Bitte kreuzen Sie unter jedem Bild an, ob Sie den Arm bis auf diese Höhe **schmerzfrei** anheben können oder nicht.
- Achten Sie darauf dabei den **Rücken gerade** zu halten, den **Arm durchzustrecken** und **keine Ausgleichsbewegungen** mit dem Oberkörper zu machen!

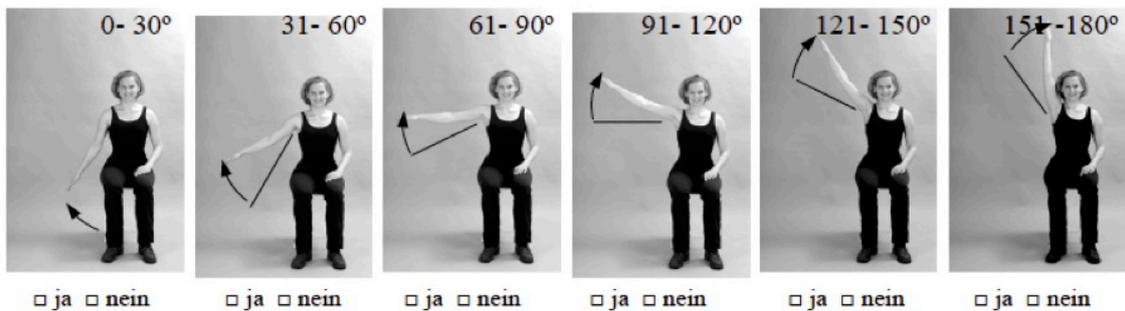
A) Flexion:

Den gestreckten Arm gerade **nach vorne** anheben:



B) Abduktion:

Den gestreckten Arm **zur Seite** anheben:



C) Außenrotation:

Versuchen Sie, die folgenden Bewegungen wie auf dem Foto auszuführen und geben Sie jeweils an, ob es Ihnen schmerzfrei möglich ist:

Hand auf dem Kopf,
Ellenbogen zeigt nach vorne



lassen Sie weiterhin die Hand auf dem Kopf und drehen Sie nun den Ellenbogen zur Seite



Dies ist mir möglich:

ja nein

ja nein

Hand am Hinterkopf
Ellenbogen zeigt nach vorne



drehen Sie nun wieder den Ellenbogen zur Seite während die Hand am Hinterkopf bleibt



Dies ist mir möglich:

ja nein

ja nein

Können Sie Ihren betroffenen Arm uneingeschränkt und schmerzfrei über dem Kopf bewegen (z.B. eine Glühbirne über dem Kopf einschrauben, oder ein Buch aus einem hohen Regal holen) ?

ja nein

D) Innenrotation:

Kreuzen Sie an, wie hoch Sie den Handrücken, Ihrer betroffenen Seite, schmerzfrei am Körper bewegen können:



Handrücken zum seitlichen Oberschenkel

ja nein



Handrücken zum Gesäß

ja nein



Handrücken zum Steißbein

ja nein



Handrücken zur Gürtellinie

ja nein



Handrücken zur oberen Taille

ja nein



Handrücken auf Schulterblatthöhe

ja nein

IV. Kraft

Bitte versuchen Sie, die folgende Messung besonders gewissenhaft auszuführen.

Zur Messung der Schulterkraft richten Sie sich eine stabile Tasche (z.B. eine Stoff-Einkaufstasche) und mehrere Gegenstände bekannten Gewichtes (z.B. Gewichte, Saft-/Milchpackungen (1 Liter = 1 kg), o.ä.).

Setzen Sie sich nun auf einen Stuhl und versuchen Sie, die entsprechend gefüllte Tasche wie auf dem Foto für fünf Sekunden anzuheben.

Achten Sie darauf, den Rücken gerade zu halten und keine Ausgleichbewegungen zu machen!

Wichtig:
Arm durchgestreckt!
Handrücken nach oben!
bis zur Waagerechten



Der Arm sollte zur Seite und leicht nach vorne (ca.20°) zeigen.
Wie hier in der Ansicht von oben dargestellt:



Falls Sie den Arm auch ohne Gewicht nicht bis zur Waagerechten seitlich anheben können, heben Sie das Gewicht, soweit es Ihr Bewegungsumfang zulässt, und markieren Sie die Höhe mit einem Strich auf dem Foto.

Wie viele kg können Sie so fünf Sekunden lang anheben? _____, ___ kg

Vielen Dank!

Bemerkungen:

Return-to-Sport und physiotherapeutische Nachbehandlung

Bitte geben Sie den Zeitpunkt nach erfolgter Schulter-OP an, an dem Sie wieder begonnen haben Sport auszuüben.

_____ Monate nach der Operation

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die physiotherapeutische Behandlung der Schulter, die Sie nach damaliger OP bis heute erhalten haben.

1.	Wann haben Sie nach der OP mit Physiotherapie/Krankengymnastik begonnen?	_____ Tage
2.	Wie lange waren Sie aufgrund der OP in physiotherapeutischer Behandlung? (in Wochen)	_____ Wochen
3.	Wie oft pro Woche haben Sie Physiotherapie/Krankengymnastik in Anspruch genommen?	_____ pro Woche
4.	Sind Sie zum <u>jetzigen Zeitpunkt</u> immer noch in physiotherapeutischer Behandlung oder machen Krankengymnastik oder Krafttraining für die operierte Schulter?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Wenn Ja, <input type="checkbox"/> Physiotherapie <input type="checkbox"/> Krankengymnastik <input type="checkbox"/> Krafttraining
5.	Wenn Sie unter 4. „Ja“ angekreuzt haben: Wie oft pro Woche sind Sie in physiotherapeutischer Behandlung oder betreiben Krankengymnastik/Krafttraining	_____ pro Woche

Wir bedanken uns herzlich für Ihre Mitarbeit!

Klinische Untersuchung zur Studie „Langzeitergebnisse nach operativer
Rekonstruktion isolierter Subscapularis-Sehnen Rupturen

Name:

Datum:

Anamnese:

Beweglichkeit:

<u>ROM:</u>		<u>Rechts:</u>	<u>Links:</u>
<u>Abduktion</u>	Aktiv:		
(gleno-humeral)	Passiv:		
<u>Anteversion</u>	Aktiv:		
(gleno-humeral)	Passiv:		
<u>Retroversion</u>	Aktiv:		
(gleno-humeral)	Passiv:		
<u>Innenrotation</u>	Schürzengriff:		
	Aktiv 90° Abd:		
	Passiv 90° Abd:		
<u>Außenrotation</u>	Aktiv 0° Abd:		
	Passiv 0° Abd:		
	Aktiv 90° Abd:		
	Passiv 90° Abd:		
<u>Anteversion</u>			
<u>Abduktion</u>			

Spezifische Tests:

<u>Test</u>	<u>Rechts:</u>	<u>Links:</u>
<u>Belly-Press</u>		
<u>Lift-Off</u>		
<u>Bear-Hug</u>		
<u>Yerguson</u>		
<u>Palm-Up</u>		
<u>O'Brien(normal/forciert)</u>		
<u>Starter</u>		
<u>lope-Test</u>		
<u>Impinchment</u> (Hawkins/Painful Arc)		
<u>Lag-Sign</u>		
<u>Horn-Blower</u>		

Stabilität:

	<u>Rechts</u>	<u>Links</u>
<u>Apprehension</u>		
<u>Sulcus-Sign</u>		
<u>Schubladen-Test</u>		

Kraftmessung:

<u>Test-Position</u>		<u>1.</u>	<u>2.</u>	<u>3.</u>
<u>Belly-Press</u>	Rechts:			
(Platte)	Links:			
<u>Lift-Off</u>	Rechts:			
(Platte)	Links:			
<u>Innenrotation</u>	Rechts:			
(Iso)	Links:			
<u>Belly-Press</u>	Rechts:			
(Iso)	Links:			
<u>Abduktion</u>	Rechts:			
(Iso)	Links:			

Untersucher:

9 DANKSAGUNG

Zunächst möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Sebastian Siebenlist und Herrn Prof. Dr. med. Andreas B. Imhoff für die Ermöglichung dieser Arbeit und die ausgezeichnete Betreuung danken.

Meinem Betreuer Herrn Dr. med. Gernot Seppel gilt besonderer Dank für die fachliche Unterstützung und Beratung bei der Umsetzung und Anfertigung dieser Dissertation.

Zudem möchte ich mich bei Herrn PD Dr. med. Julian Mehl für die Hilfsbereitschaft im Rahmen der Korrektur und Verbesserung bedanken.

Abschließend möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich maßgeblich auf meinem Weg begleitet, unterstützt und stets motiviert haben.